UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EM GESTÃO E TECNOLOGIA (CCGT)
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

NÁTALIE MARTINS PRADO

PROPOSTA DE UMA FERRAMENTA CONCEITUAL PARA APOIAR A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR NO SETOR TÊXTIL

SOROCABA - SP
2025

NÁTALIE MARTINS PRADO

PROPOSTA DE UMA FERRAMENTA CONCEITUAL PARA APOIAR A IMPLEMENTAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR NO SETOR TÊXTIL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção do campus Sorocaba como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Produção.

Orientação: Profª. Drª. Yovana María Barrera Saavedra
Coorientação: Profª. Drª. Virgínia Aparecida Silva Moris

Financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

SOROCABA - SP
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

Folha de Aprovação

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Nátalie Martins Prado, realizada em 03/02/2023.

Comissão Julgadora:

Profa. Dra. Yovana María Barrera Saavedra (UFSCar)

Profa. Dra. Andréa Oliveira Nunes (UFRN)

Prof. Dr. José Augusto de Oliveira (UNESP)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção.

Martins Prado, Nátalie

Proposta de uma ferramenta conceitual para apoiar a implementação da Economia Circular no setor têxtil / Nátalie Martins Prado -- 2023.
169f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Sorocaba
Orientador (a): Yovana María Barrera Saavedra
Banca Examinadora: Andrea Oliveira Nunes, José Augusto de Oliveira
Bibliografia

1. Gestão de operações. 2. Sustentabilidade. 3. Setor têxtil. I. Martins Prado, Nátalie. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática (SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Maria Aparecida de Lourdes Mariano – CRB/8 6979

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer às minhas estimadas orientadoras Profª. Drª. Yovana María Barrera Saavedra e Profª. Drª. Virgínia Aparecida Silva Moris pela oportunidade em me aceitar como orientanda nessa jornada acadêmica na qual obtive experiências e aprendizados incomensuráveis. Assim como, aos inestimáveis incentivos, apoio e competências dispensadas para a condução desta dissertação que foram fundamentais para a sua conclusão.

Aos professores que fizeram parte da banca examinadora Profª. Drª. Andrea Oliveira Nunes e Prof. Dr. José Augusto de Oliveira pelas valiosas contribuições durante o exame de qualificação.

Agradeço pela oportunidade de participar do Grupo de Pesquisa em Engenharia da Sustentabilidade (EngS), aos queridos colegas que pude participar em trabalhos em conjunto e dos enriquecedores conhecimentos compartilhados.

Além disso, sou muito grata aos professores do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP-So) por garantir um espaço de grandes aprendizados, desenvolvimento profissional e pessoal. Do mesmo modo que, não poderia deixar de mencionar o trabalho excepcional do secretário Felipe Marques sempre disposto a ajudar com os serviços administrativos.

Igualmente, agradeço às pessoas que gentilmente participaram direta e indiretamente da minha pesquisa para avaliar e contribuir com o desenvolvimento da ferramenta IntegraEC.

Sobretudo, agradeço o suporte fornecido pela minha amada família que pôde compreender dentre muitos momentos a minha ausência e a me encorajar a finalizar os estudos.

Por fim, agradeço ao apoio financeiro fornecido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que viabilizou a minha dedicação exclusiva ao mestrado.

RESUMO

PRADO, M. Nátalie. Proposta de uma ferramenta conceitual para apoiar a implementação da economia circular no setor têxtil. 2025. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2025.

O setor têxtil é representativo devido às dimensões continentais que as suas atividades ocorrem ao longo da cadeia de valor que contribui com significativos impactos econômicos, ambientais e sociais, apresentando oportunidades de melhoria em nível operacional e estratégico em direção ao desenvolvimento sustentável nos modelos de produção e de consumo. Nesse sentido, a abordagem da Economia Circular inclui benefícios nas perspectivas da sustentabilidade para contribuir com a superação dos desafios na gestão das etapas operacionais das empresas. Dessa forma, a presente dissertação teve como objetivo propor uma ferramenta conceitual (IntegraEC) para auxiliar a integração da Economia Circular no setor têxtil. A fundamentação teórica abordou tópicos sobre o contexto geral do setor têxtil, a integração e os desafios da Economia Circular no setor têxtil, modelos de negócios circulares e práticas para a transição do setor. O método de pesquisa foi baseado na abordagem hipotético-dedutiva, sendo efetuada uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) e análise documental para o desenvolvimento teórico da ferramenta piloto. Foi executada uma pesquisa com especialistas acadêmicos e representantes das empresas têxteis para analisar a ferramenta, a coleta de dados foi realizada através de um formulário e, por fim, foi efetuada uma análise qualitativa de conteúdo para aprimorar a versão final da ferramenta. Os resultados apresentam a proposta da IntegraEC que é um instrumento de autoavaliação objetivo, quantitativo e flexível no que concerne a adoção de ações mais circulares, aumentando o nível de competitividade, além de auxiliar na identificação de riscos e oportunidades para complementar o entendimento sobre o desempenho circular. Contudo, é fundamental que a ferramenta ainda seja aplicada em estudos de casos múltiplos para o aprofundamento da sua validação final.

Palavras-chave: práticas circulares; ferramenta; ciclo de vida do produto; indústria têxtil; sustentabilidade.

ABSTRACT

PRADO, M. Nátalie. Proposal of a conceptual tool to support the implementation of circular economy in the textile sector. 2025. Dissertation (Master's Degree in Industrial Engineering) – Federal University of São Carlos, Sorocaba, 2025.

The textile sector is representative due to the continental dimensions that its activities occur throughout the value chain, which contributes to significant economic, environmental and social impacts, presenting opportunities for improvement at the operational and strategic levels towards sustainable development in production and consumption models. In this sense, the Circular Economy approach includes benefits from the perspectives of sustainability to contribute to overcoming challenges in the management of the operational stages of companies. Thus, this dissertation aimed to propose a conceptual tool (IntegraEC) to assist the integration of the Circular Economy in the textile sector. The theoretical basis addressed topics on the general context of the textile sector, the integration and challenges of the Circular Economy in the textile sector, circular business models and practices for the transition of the sector. The research method was based on the hypothetical-deductive approach, with a Systematic Bibliographic Review (RBS) and documentary analysis being carried out for the theoretical development of the pilot tool. A survey was conducted with academic experts and representatives of textile companies to analyze the tool. Data collection was performed using a form, and finally, a qualitative content analysis was performed to improve the final version of the tool. The results present the proposal of IntegraEC, which is an objective, quantitative and flexible self-assessment instrument regarding the adoption of more circular actions, increasing the level of competitiveness, in addition to helping to identify risks and opportunities to complement the understanding of circular performance. However, it is essential that the tool is still applied in multiple case studies to deepen its final validation.

Keywords: circular practices; tool; product life cycle; textile industry; sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da organização dos capítulos da dissertação 21
Figura 2 - Procedimentos metodológicos 24
Figura 3 - Execução da RBS 25
Figura 4 - Fluxograma dos processos da indústria têxtil 36
Figura 5 - Diagrama de borboleta com ciclo técnico e biológico 42
Figura 6 - Práticas para tornar a produção têxtil mais circular 43
Figura 7 - Framework 5I: considerações consistentes 51
Figura 8 - Mapeamento dos autores 67
Figura 9 - Mapeamento das palavras-chave 68
Figura 10 - Estrutura da Ferramenta IntegraEC 71
Figura 11 - Nível de maturidade da circularidade 77
Figura 12 - Exemplo da classificação das práticas.....79
Figura 13 - Versão final da Ferramenta IntegraEC.....114
Figura 14 - Aba Passo 0 da IntegraEC (Excel).....165
Figura 15 - Aba Passo 1 da IntegraEC (Excel).....166
Figura 16 - Aba Passo 2 da IntegraEC (Excel).....167
Figura 17 - Aba Passo 3 da IntegraEC (Excel).....168
Figura 18 - Aba Indicadores da IntegraEC (Excel) 169

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Primeiro estágio de strings 25
Tabela 2 - Segundo estágio de strings 26
Tabela 3 - Descrição dos termos de concordância/importância 29
Tabela 4 - Descrição do termo de satisfação 31
Tabela 5 - Os 15 artigos mais citados 62
Tabela 6 - Natureza metodológica 63
Tabela 7 - Práticas mencionadas nos estudos 64
Tabela 8 - Lista de verificação das ações 73
Tabela 9 - Práticas da IntegraEC 154
Tabela 10 - Indicadores da IntegraEC 163

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Distribuição de artigos por ano de publicação 55
Gráfico 2 - Países de origem dos autores 56
Gráfico 3 - Levantamento dos periódicos da RBS.....58
Gráfico 4 - Adoção da Economia Circular nas etapas operacionais.....100
Gráfico 5 - Práticas da ferramenta IntegraEC 106
Gráfico 6 - Esclarecimento dos passos da ferramenta.....106
Gráfico 7 - A ferramenta permite acesso rápido às informações das práticas 107
Gráfico 8 - A empresa se sente confiante ao usar a ferramenta 107
Gráfico 9 - A ferramenta auxilia o processo de tomada de decisão 108
Gráfico 10 - Contribuição da ferramenta para adoção da Economia Circular 109

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Critérios de classificação das práticas 28
Quadro 2 - Descrição do porte das empresas.....30
Quadro 3 - Matriz de categorização 33
Quadro 4 - Classificação das etapas produtivas 37
Quadro 5 - Setores industriais.....40
Quadro 6 - Definição dos códigos 79

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIPET Associação Brasileira da Indústria do PET

ABIT Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

ACV Avaliação do Ciclo de Vida

ACV-S Avaliação do Ciclo de Vida Social

AFSS *Apparel and Footwear Sector Supplement*

AICV Avaliação dos Impactos do Ciclo de Vida

As Arsênio

B2B *Business to business*

B2C *Business to consumer*

BCI *Better Cotton Initiative*

BNDES Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social

BPA Bisfenol A

BSI *British Standards Institution*

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CCGT Centro de Ciências em Gestão e Tecnologia

CETESB Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Cd Cádmio

ChF*Chemical Footprint*

CNI Confederação Nacional da Indústria

CO_2 Dióxido de carbono

EC Economia Circular

EEA *European Environmental Agency*

EF *Ecological Footprint*

EMCI *Evaluation Method for Choosing Indicator*

EMF *Ellen MacArthur Foundation*

ER Energias Renováveis

ESG *Environmental Social and Governance*

ETI *Ethic Trading Initiative*

FLA *Fair Labor Association*

FMEA *Failure Modes and Effect Analysis*

GEE Gases de Efeito Estufa

GLP Gás Liquefeito de Petróleo

GOTS *Global Organic Textile Standard*

GRI *Global Reporting Initiative*

GSSB *Global Sustainability Standards Board*

GWP *Global Warming Potential*

HDPE Polietileno de Alta Densidade

Hg Mercúrio

ICV Inventário do Ciclo de Vida

IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*

ISO *International Organization for Standardization*

MCI *Material Circularity Indicator*

MDTD *Material-Driven Textile Design*

MVINS Minimizar vazamentos e impactos negativos do sistema

NFC *Near Field Communication*

NIR *Near-infrared*

NOx Óxido de nitrogênio

ODS Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

OECD *Organisation for Economic Co-operation and Development*

ONU Organização das Nações Unidas

PACE *Platform to Accelarate the Circular Economy*

Pb Chumbo

PE Polietileno

PET Tereftalato de Polietileno

PLA Ácido Polilático

PME Pequenas e Médias Empresas

PNRS Política Nacional de Resíduos Sólidos

Poly.C Policabornato

PP Polipropileno

PS Poliestireno

PSS *Product Service System*

PVC Cloreto de Polivinila

QR *Quick Response*

RBS Revisão Bibliográfica Sistemática

RFID *Radio Frequency Identification Devices*

RUST Reduzir uso de substâncias tóxicas

SAC *Sustainable Apparel Coalition*

SAI *Social Accountability International*

SEBRAE Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas

SGA Sistema de Gestão Ambiental

SJR *Scimago Journal Country Rank*

TNT Tecido Não Tecido

UE União Européia

UFSCar Universidade Federal de São Carlos

UNEP *United Nations Environment Programme*

UNFCCC *United Nations Framework Convention on Climate Change*

u-PSS Sistema Produto-Serviço voltado para o uso

UV Radiação ultravioleta

WBCSD *World Business Council for Sustainable Development*

WF *Water Footprint*

WoS *Web of Science*

WSI *Water Stress Index*

WTA *Withdrawals to Availability*

WWF Fundo Mundial para a Natureza

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 17
1.1 OBJETIVOS 20
1.1.1 Objetivo Geral 20
1.1.2 Objetivos Específicos 20
2 MÉTODO DE PESQUISA 23
2.1 ETAPA 1: CONCEPÇÃO DA IDEIA 24
2.2 ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DA FERRAMENTA 29
2.3 ETAPA 3: VALIDAÇÃO DA PROPOSTA DA FERRAMENTA 32
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 35
3.1 CONTEXTO GERAL DO SETOR TÊXTIL 35
3.2 INTEGRAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR NO SETOR TÊXTIL 41
3.2.1 Desafios para integração da Economia Circular no setor têxtil 45
3.2.2 Modelos de negócios circulares 47
3.2.3 Práticas para a transição da Economia Circular 49
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 54
4.1 ANÁLISES DOS RESULTADOS DA RBS 54
4.2 DESENVOLVIMENTO DO ESBOÇO DA FERRAMENTA “INTEGRAEC” 70
4.2.1 Passo 0 (Esclarecimento da ferramenta) 71
4.2.2 Passo 1 (Diagnóstico das ações) 72
4.2.3 Passo 2 (Nível de maturidade da circularidade atual) 76
4.2.4 Passo 3 (Definição da prática circular a ser adotada) 78
4.3 PRÁTICAS ADOTADAS NA “INTEGRAEC” 80
4.3.1 Práticas como Estratégia Sustentável 80
4.3.2 Práticas aplicadas através de Metodologia 84
4.3.3 Práticas aplicadas através de Modelo 86
4.3.4 Práticas como Instrumento de Avaliação 88
4.3.5 Indicadores incluídos na ferramenta IntegraEC 93
4.4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS DA PESQUISA 99
4.5 RESULTADOS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO 110
4.6 VERSÃO FINAL DA FERRAMENTA INTEGRAEC 111
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 115

REFERÊNCIAS.....117
Apêndice A.....140
Apêndice B.....143
Apêndice C.....151
Apêndice D.....154
Apêndice E.....163
Apêndice F.....165

1 INTRODUÇÃO

A relevância do setor têxtil é atribuída pela correlação que existe com a economia global e outros segmentos presentes no mercado como o de vestuário, industrial, técnico, agrícola, hospitalar, automotivo, doméstico, dentre outros. O setor têxtil e de vestuário juntos contribuem com US$ 2,4 trilhões para a produção global e empregam 300 milhões de pessoas em toda a cadeia de valor. Por outro lado, a abrangência do setor causa impactos ambientais negativos que ocorrem ao longo da cadeia produtiva e das fases do ciclo de vida do produto, visto que cerca de 215 trilhões de litros de água por ano são consumidos pela indústria cujo desperdício de materiais pode ser em torno de US$ 100 bilhões por ano e os têxteis são responsáveis por aproximadamente 9% de microplásticos presentes no ambiente marinho (UN FASHION ALLIANCE, 2021).

Consequentemente, o sistema produtivo envolve diversos problemas ambientais e sociais que acabam se tornando um obstáculo para a economia, pois a falta de eficiência nos processos e de manuseio dos resíduos e desperdício de materiais e recursos afeta os lucros das empresas, pois apenas 1% dos materiais são reciclados o que apresenta uma oportunidade perdida para reutilização de produtos pós-consumo. Além disso, a indústria têxtil faz uso de materiais não renováveis, sendo em torno de 98 milhões de toneladas por ano que inclui a fabricação de fibras sintéticas, o uso de pesticidas e produtos tóxicos no cultivo do algodão e no tratamento que as fibras recebem para adquirir propriedades têxteis (EMF, 2017). À vista disso, essa indústria se tornou catalisadora das mudanças climáticas, visto que o setor é responsável por 8% das emissões de gases de efeito estufa globalmente devido à produção dos produtos, sendo que para um quilo de têxteis são necessários meio quilo de produtos químicos (UNEP, 2020).

Partindo dessa premissa, uma possível solução seria a inserção da abordagem da Economia Circular (EC) para colaborar com a mudança do modelo industrial linear para um modelo mais circular, posto que o sistema pautado na linearidade visa a extração de matérias-primas para manufatura de produtos, seguido pela fase de uso e descarte que ocorre comumente em aterros ou incineração. Assim, a definição da EC é um modelo que busca redefinir o crescimento com base em benefícios positivos para toda a sociedade, dissociando a atividade econômica pautada em recursos finitos para reutilização de produtos e

materiais e eliminação de resíduos (EMF, 2017). Desse modo, o sistema circular proporciona benefícios às empresas de todos os portes a transformar a atividade produtiva em oportunidades de negócios que criam resiliência no longo prazo, além de abordar questões emergentes e externas que influencia a cadeia de valor têxtil como mudanças climáticas, perda de biodiversidade, resíduos e poluição (EMF, 2017).

Assim, desde a extração de materiais brutos até a disposição final, é possível fazer com que a saída de resíduos tornem-se insumos novamente com o objetivo de fechar a cadeia, promovendo a circularidade de materiais e produtos através de práticas como o *Life Cycle Thinking* (Pensamento do Ciclo de Vida) (LUJÁN-ORNELAS *et al.*, 2020), *Life Cycle Assessment* (Avaliação do Ciclo de Vida) (GOLDSWORTHY; ELLAMS, 2019) e *Product As a Service* (Sistema Produto-Serviço) (JOHNSON; PLEPYS, 2021). Dessa forma, seria possível reduzir os danos causados no meio ambiente por meio da adoção de práticas que promovem a circularidade. Nesse sentido, os investimentos em inovação de processos, materiais e produtos é uma direção que tende estimular novos modelos de negócios circulares a implantar tecnologias que facilitem a reutilização de resíduos e subprodutos que podem ser usados por setores que fazem ou não parte da cadeia (EMF, 2017).

Assim, entende-se que existem oportunidades para incluir a circularidade nos modos de produção e consumo para atender às demandas e lacunas do setor têxtil como a falta de práticas para a medição dos impactos das empresas e seu progresso nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (OLOFSSON; MARK-HERBERT, 2020), ausência de ferramentas de inovação para contribuir com a implementação em escala em sistemas fechados dentro do setor têxtil (SMITH *et al*., 2017), ferramentas para apoiar profissionais, tomadores de decisão e formuladores de políticas para implementar os princípios da EC, assim como para monitorar os efeitos da adoção da EC (SAIDANI *et al.*, 2022), falta de recursos governamentais adequados para auditar, regulamentar e monitorar as práticas circulares das empresas (KAZANCOGLU *et al*., 2021), indisponibilidade de dados sobre a gestão de resíduos sólidos municipais em alguns países da América do Sul (ARDUSSO *et al.*, 2021), necessidade de desenvolvimento de protocolos de sustentabilidade social para compradores e fornecedores que compõem a cadeia de suprimentos a montante (VENKATESH *et al.*, 2020), mostrando-se adequado explorar esse campo do conhecimento em ascensão.

Para tanto, a complexidade em definir as práticas circulares nas organizações que fazem parte de regiões distintas incluem políticas, culturas e modos de produção particulares que influenciam o grau de implementação da abordagem da Economia Circular. Como tal, o porte das empresas é igualmente uma determinante desafiadora ao abordar a circularidade na cultura organizacional, sendo que as empresas de grande porte possuem mais recursos financeiros e estruturais se comparado às empresas de micro a médio porte (CORREIA, 2020). Além disso, apesar da quantidade de métodos encontrados na literatura, existe uma ausência de diretrizes para que as empresas possam adotar durante a transição da indústria para torná-la mais circular (FURFERI *et al.*, 2022).

Por essa razão, entende-se a emergência em discutir práticas que estimulem a sustentabilidade e a circularidade nos modelos de negócios em conjunto com os atores que fazem parte da cadeia de valor têxtil para produzir uma transformação sistêmica (EMF, 2017; PESCE *et al.*, 2020; STAICU; POP, 2018). Visto que, a transição bem-sucedida para modelos circulares envolve as principais etapas como o design de produto voltado para a circularidade no sistema e proposição de novos modelos de negócios. Além disso, não há um consenso quanto a quais práticas podem ser usadas pelas empresas para medir e comunicar o progresso dos impactos em direção ao desenvolvimento sustentável (OLOFSSON; MARK-HERBERT, 2020). Por isso, profissionais da indústria, acadêmicos e políticos reconhecem a importância de utilizar ferramentas de medição para gerenciar a transição da EC em diferentes níveis (SAIDANI *et al.*, 2022).

Nesse sentido, esta dissertação foi desenvolvida para auxiliar o processo de tomada de decisão das empresas do setor têxtil por meio da proposta de uma ferramenta conceitual (IntegraEC), que possibilitará indústrias de todos os portes a definir a prática circular, apoiada pela literatura que mais se adéqua ao contexto atual da empresa para efetuar a transição de um modelo linear para um mais circular.

Para atender a lacuna quanto à integração da Economia Circular no setor têxtil se faz necessário identificar as etapas que compõem o processo produtivo, os atores envolvidos na cadeia de valor do setor para analisar a possibilidade em implementar a abordagem da Economia Circular por meio da ferramenta proposta no presente trabalho. Dessa forma, as lacunas identificadas na literatura motivaram a

formulação do seguinte problema de pesquisa: “Quais práticas as empresas têxteis podem adotar como diretriz em direção à Economia Circular?”

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Propor uma ferramenta conceitual para apoiar as empresas do setor têxtil a implementar a Economia Circular.

1.1.2 Objetivos Específicos

• Identificar as principais características da Economia Circular no setor têxtil.

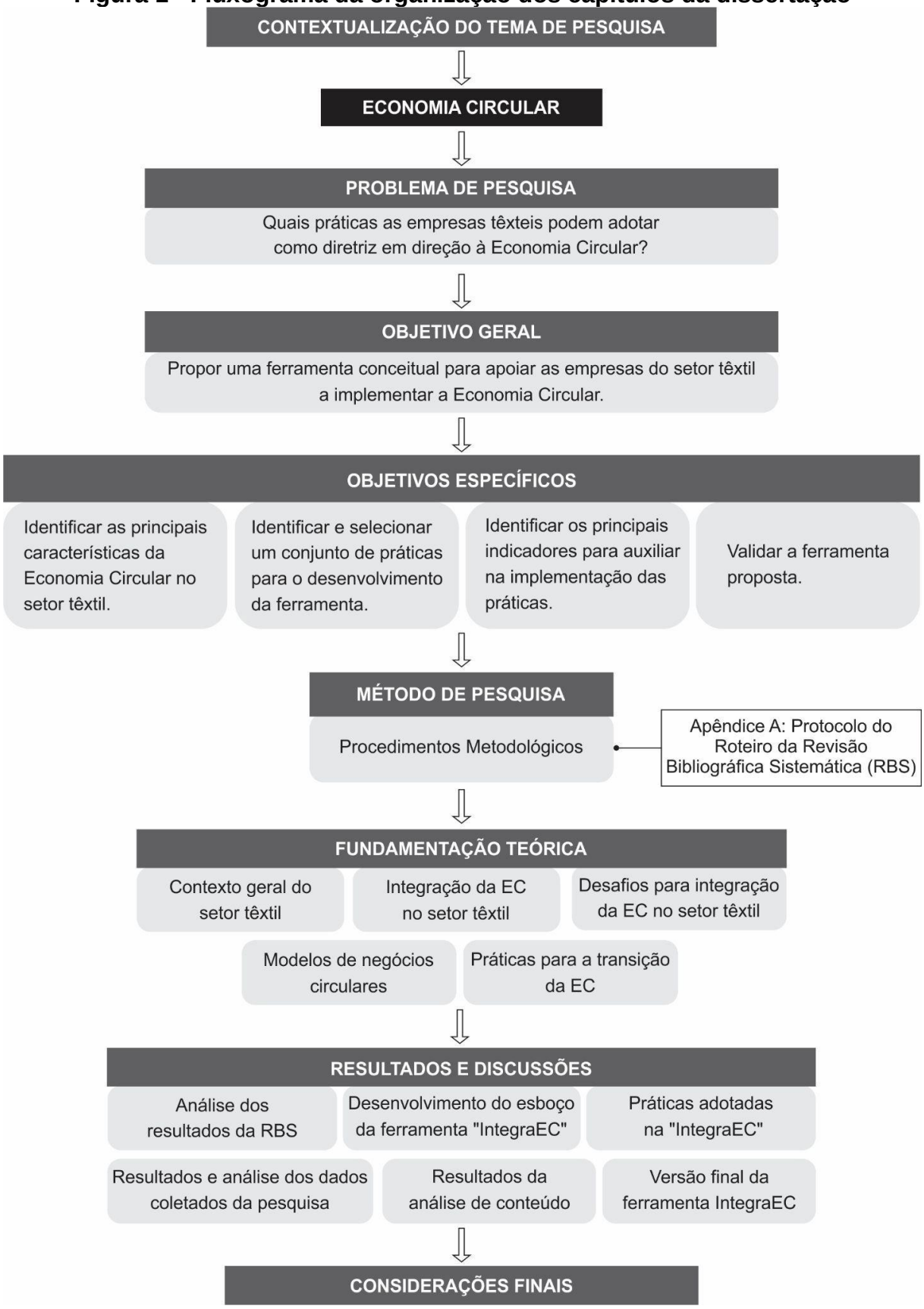
• Identificar e selecionar um conjunto de práticas para o desenvolvimento da ferramenta.

• Identificar os principais indicadores para auxiliar na implementação das práticas.

• Validar a ferramenta proposta.

A seguir, a Figura 1 apresenta um fluxograma acerca do desenvolvimento da dissertação com o objetivo único em possibilitar uma visão geral de cada etapa executada no estudo.

Figura 1 - Fluxograma da organização dos capítulos da dissertação



Fonte: A autora (2025).

Conforme a Figura 1 foi apresentada a contextualização do tema acerca da Economia Circular que será central na discussão dos subcapítulos seguintes, assim como a abordagem da problematização e justificativa da presente dissertação, o objetivo geral e os objetivos específicos. Ademais, serão apresentados os capítulos sobre os métodos de pesquisa que abordam as etapas realizadas definido como procedimentos metodológicos, seguidamente pela fundamentação teórica, resultados e discussões, e considerações finais.

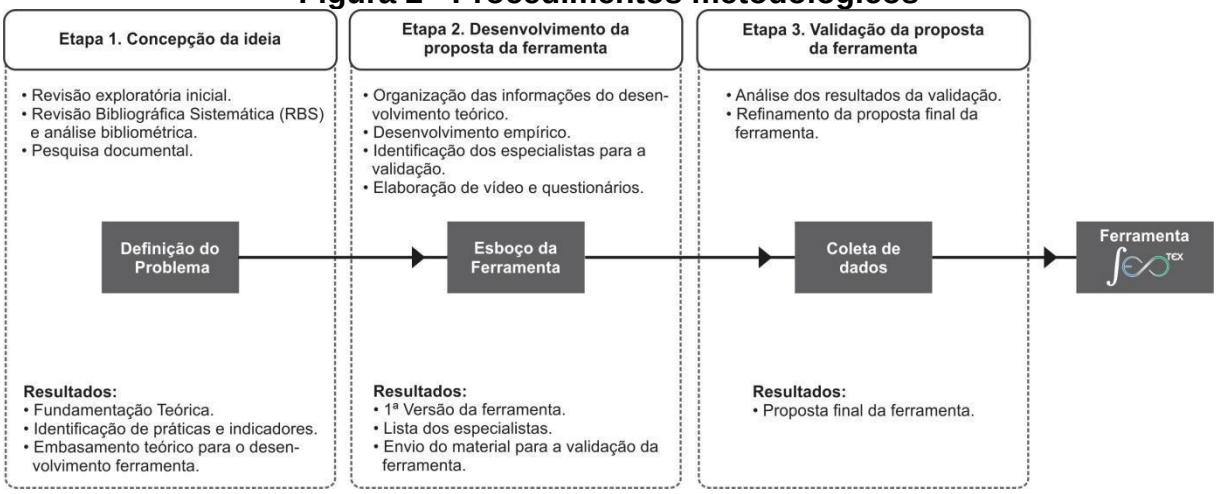
2 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa foi composto pela utilização de métodos para a condução da pesquisa, refere-se a instrumentos que possibilitaram a seleção e a construção das técnicas de pesquisa como observações, registro de dados, análise de conteúdo, guias de referência e resumos, entrevistas e afins (KOTHARI, 2004). Nesse sentido, a abordagem do tema foi executada pelo método dedutivo, pois de acordo com Cervo *et al.* (2007), consiste em construir estruturas lógicas por meio da hipótese e tese, entre premissas e conclusão, ou seja, é justificada através da premissa que a integração da Economia Circular pode auxiliar as etapas operacionais das empresas ao longo do ciclo de vida do produto a mudar seus modelos lineares de produção para modelos mais circulares. Desse modo, a transição das empresas do setor têxtil para a circularidade nos modelos de produção e de negócios foi verificada na literatura e a proposta da ferramenta foi baseada nessas informações.

Dessa forma, o caráter da natureza da pesquisa é hipotético-dedutiva, pois visa contribuir com o desenvolvimento da literatura e a possibilidade de aplicação prática da ferramenta por meio da abordagem do estado da arte que viabiliza a elaboração da estrutura teórica do produto final (ferramenta conceitual). A pesquisa é considerada qualitativa, pois as abordagens do problema e dos objetivos se enquadram como qualitativo, visto que foi baseado em documentos teóricos para a elucidação do problema de pesquisa e o método para a análise dos dados foi realizado por meio da análise qualitativa de conteúdo.

A seguir, serão apresentados os principais elementos utilizados para a condução da presente dissertação a fim de descrever as etapas efetuadas para integrar a abordagem do problema de pesquisa com o desenvolvimento da ferramenta proposta, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 - Procedimentos metodológicos



Fonte: A autora (2025).

Conforme apresentado na Figura 2, a primeira etapa dos procedimentos metodológicos apresenta o desenvolvimento para a elaboração do tema da presente dissertação (subcapítulo 2.1); a segunda etapa envolve o desenvolvimento da primeira versão da ferramenta (subcapítulo 2.2); a terceira etapa está relacionada à análise dos dados para a validação e refinamento da ferramenta (versão final) (subcapítulo 2.3).

2.1 ETAPA 1: CONCEPÇÃO DA IDEIA

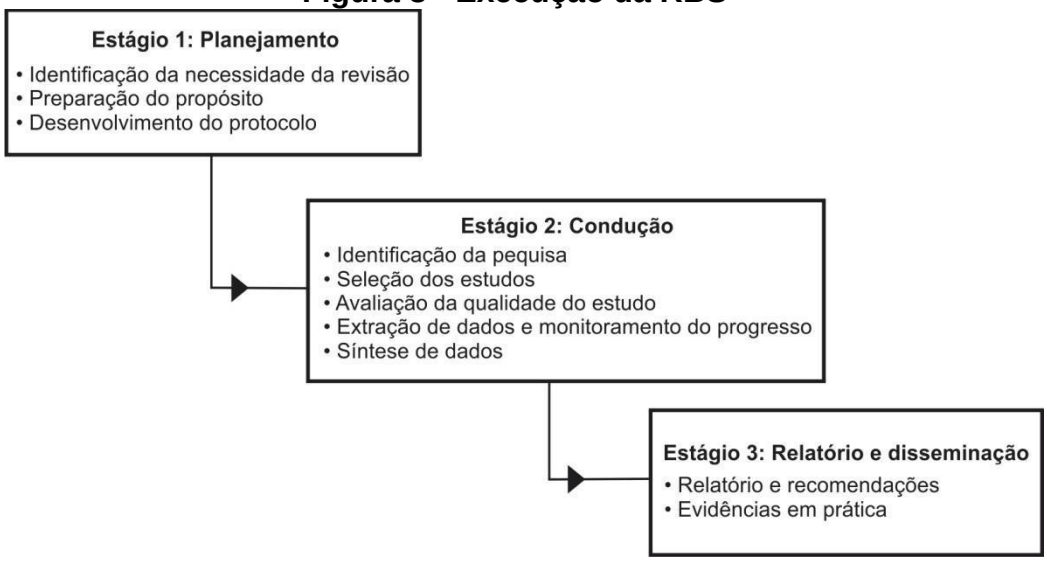
Primeiramente, realizou-se uma pesquisa bibliográfica exploratória que constituiu parte da pesquisa descritiva para o levantamento e coleta de dados por meio de buscas manuais e palavras-chave centradas nos temas: Economia Circular, setor têxtil e vestuário, ferramentas em artigos científicos e relatórios.

Seguidamente, realizou-se uma Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), baseada na metodologia de Tranfield *et al.* (2003), para compreender o estado da arte sobre a Economia Circular no contexto do setor têxtil e identificar práticas[1] que colaboram com a transição das empresas. Assim, o objetivo da RBS foi possibilitar a investigação do território intelectual de um campo específico para colaborar no desenvolvimento do conhecimento existente a fim de esclarecer a questão de pesquisa (TRANFIELD *et al.*, 2003). O método é composto por três

[1] As práticas são usadas para a medição, divulgação e prestação de contas para as partes interessadas internas e externas em relação ao desempenho organizacional em direção ao desenvolvimento sustentável (Olofsson; Mark-Herbert, 2020).

etapas: planejamento, condução, relatórios e disseminação, totalizando nove fases, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Execução da RBS



Fonte: Adaptado de TRANFIELD *et al*. (2003).

A primeira fase refere-se ao planejamento, sendo necessário estabelecer o foco do estudo para registrar em um protocolo quais procedimentos foram utilizados (o protocolo com as etapas conduzidas detalhadamente pode ser consultado no Apêndice A). Na etapa seguinte, o objetivo foi direcionar a revisão para selecionar e avaliar a qualidade dos estudos através de dados sintetizados. Por fim, os resultados coletados foram publicados para apresentar as evidências e práticas encontradas nos estudos (TRANFIELD *et al*., 2003).

A Tabela 1 apresenta a quantidade de artigos encontrados em cada base segundo a combinação de *strings* de busca durante a revisão bibliográfica sistemática (RBS) nas bases de dados *Web of Science (WoS)* e *Scopus*.

Tabela 1 - Primeiro estágio de strings

***STRINGS* DE BUSCA (RBS)**	***WoS***	***Scopus***	**Total**
(("circular economy") AND (textile sector OR textile industry))	87	108	195
(("circular economy") AND (textil industry) AND (sustainab*))*	45	72	117
(("circular economy") AND (textil industry) OR (apparel industry) AND (sustainab*))*	335	77	412
(("circular economy") AND ("textil sector"))*	2	9	11
(("textil industry") AND (tools) AND (ecodesign))*	2	76	78
("textil circular economy")*	1	1	2
("circular economy fashion")	1	0	1

circular economy fashion	91	102	193
(("textile industry") AND (product service system))	18	131	149
((clothing industry OR apparel industry) AND (reverse logistics))	17	14	31
(("textil industry") AND (cradle to cradle OR C2C))*	6	30	36
(("textil sector") AND (tools) AND (sustainab*))*	12	15	27
(("textil industry") AND (tools) AND (sustainab*))*	32	90	122
"quickfashion"	15	35	50
sustainable fashion retailing	62	43	105
(recycl materials of "textile" OR "apparel industry")*	1657	2047	3704
"life cycle analysis" of clothes OR textile AND apparel	1350	129	1479
Total	**3733**	**2979**	**6712**

Fonte: A autora (2025).

Ao total, foram identificados 6.712 artigos somadas ambas bases de dados. Na segunda etapa foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão (ver Apêndice A), além da leitura realizada em título, metodologia e conclusão para identificar estudos correlatos com o tema da pesquisa. Dessa forma, foram excluídos 6.540 artigos que totalizaram ao final 108 artigos da base *WoS* e 64 da base *Scopus* como pode ser observado na Tabela 2 a seguir.

Tabela 2 - Segundo estágio de strings

***STRINGS* DE BUSCA (RBS)**	***WoS***	***Scopus***	**Total**
(("circular economy") AND (textile sector OR textile industry))	42	29	71
(("circular economy") AND (textil industry) AND (sustainab*))*	0	0	0
(("circular economy") AND (textil industry) OR (apparel industry) AND (sustainab*))*	12	1	13
(("circular economy") AND ("textil sector"))*	0	4	4
(("textil industry") AND (tools) AND (ecodesign))*	1	3	4
("textil circular economy")*	1	0	1
("circular economy fashion")	0	0	0
circular economy fashion	5	3	8
(("textile industry") AND (product service system))	0	1	1
((clothing industry OR apparel industry) AND (reverse logistics))	2	0	2
(("textil industry") AND (cradle to cradle OR C2C))*	0	5	5
(("textil sector") AND (tools) AND (sustainab*))*	1	2	3
(("textil industry") AND (tools) AND (sustainab*))*	4	5	9
"quick fashion"	0	0	0
sustainable fashion retailing	11	0	11
(recycl materials of "textile" OR "apparel industry")*	15	11	26
"life cycle analysis" of clothes OR textile AND apparel	14	0	14
Total	**108**	**64**	**172**

Fonte: A autora (2025).

O total de artigos constatados nessa etapa foi de 172 em ambas bases somadas. A partir dos artigos selecionados, realizou-se a leitura completa para extração de dados, identificação de práticas e indicadores, e lacunas que podem ser consultadas no subcapítulo 4.2 (Discussão das práticas adotadas na “IntegraEC”). Após a revisão completa dos artigos, foram excluídos mais 13 artigos por não corresponder ao escopo pretendido. Portanto, ao final obteve-se um total de 159 artigos na RBS os quais foram organizados por grupos de leitura para a leitura na íntegra. Os indicadores identificados foram selecionados de acordo com a proposta do trabalho para apoiar a adoção das práticas que estão reunidas no Apêndice E (Classificação dos indicadores da ferramenta). Durante a análise dos artigos da RBS foram verificados quais os *frameworks* mencionados nas pesquisas para identificar as lacunas propostas pelos autores.

Em seguida, executou-se uma análise bibliométrica a partir do software *VOSviewer* na versão 1.6.16 para a elaboração do mapeamento da co-citação entre os autores e das palavras-chave, baseado em dados bibliográficos dos artigos da RBS que contempla as bases *WoS* e *Scopus*, sendo utilizado o método de contagem completa. O objetivo para executar o mapeamento dos artigos da RBS permitiu relacionar as palavras-chave identificadas com o tema da pesquisa atestando a sua relevância para apoiar os tópicos de interesse abordados na fundamentação teórica, ou seja, a relação entre a economia circular com a indústria têxtil, gestão da cadeia de suprimentos, modelos de negócios circulares e práticas que colaboram com a circularidade no setor têxtil.

Além disso, realizou-se uma análise documental para explorar fontes de documentos que de acordo com Gil (2008), contempla relatórios de pesquisa, relatórios de empresas, normas técnicas, teses e dissertações sobre o tema da Economia Circular para identificar informações do setor têxtil, considerados para compor o referencial teórico.

Para a classificação das práticas e dos indicadores foram utilizados os critérios de acordo com a descrição dos termos conforme apresentado no Quadro 1, a seguir.

Quadro 1 - Critérios de classificação das práticas

Critério	Descrição	Referência
Práticas	O termo prática compreende as ações, iniciativas e técnicas como (conceitos, programas, guias, ferramentas, metodologias e princípios) que proporcionam impacto positivo no desempenho ambiental, econômico ou social de uma organização a fim de controlar ou mitigar os impactos negativos operacionais. Os indicadores de desempenho são usados como métricas para avaliar o impacto ambiental e social.	ALAYÓN *et al*. (2017); VADAKKEPATT *et al*. (2021)
Finalidade	Objetivo da prática.	-
Como implementar	As práticas foram classificadas de acordo com as categorias: estratégias sustentáveis, metodologias, modelos e instrumentos de avaliação.	-
Fase	Design, Fiação, Tecimento, Beneficiamento/Acabamento, Confecção, Consumo e Gestão de Resíduos (recuperação).	ARRIGO (2020); BRITO *et al*. (2008); AHMAD *et al.* (2020); KUMAR *et al.* (2022); COSTA *et al.*(2020); FU *et al.* (2018); NETO *et al*. (2020); ERDOGAN *et al.* (2019)
Princípio da EC	1. Projetar o resíduo e a poluição; 2. Manter produtos e materiais em uso; 3. Regenerar sistemas naturais.	EMF (2017)
Ciclo da EC	Técnico: recuperação e restauração de produtos e materiais através da reutilização, reparo e reciclagem.	EMF (2017)
	Biológico: consumo de materiais de base natural, compostagem ou digestão anaeróbica.	EMF (2017)

Fonte: A autora (2025).

As práticas adotadas na ferramenta IntegraEC foram classificadas para atender aos critérios adotados conforme apresentado no Quadro 1. Desse modo, a classificação dos princípios da EC permite aos usuários da ferramenta identificar as práticas contempladas pelo ciclo técnico que visam manter a circulação dos produtos na cadeia produtiva e as práticas consideradas no ciclo biológico que são caracterizadas pela regeneração dos componentes (EMF, 2017). Assim como, as práticas relacionadas com as fases da cadeia de valor têxtil e os indicadores

selecionados têm como objetivo corroborar com a adoção das práticas para apoiar a melhoria dos processos produtivos no setor têxtil.

2.2 ETAPA 2: DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA DA FERRAMENTA

Na segunda etapa dos procedimentos metodológicos, foi executado o desenvolvimento teórico da ferramenta nomeada como “IntegraEC” por meio da identificação de *frameworks* contidos no referencial teórico (artigos da RBS) e da análise documental através de referência cruzada. A ferramenta contempla três passos para: 1. abordar o conceito e os princípios da EC com os colaboradores da empresa; 2. auxiliar as empresas a verificar as ações que são realizadas em cada etapa da cadeia de valor têxtil para identificar o nível de maturidade da circularidade atual; 3. fornecer suporte para a tomada de decisão para inclusão da prática a ser selecionada.

Como instrumento de pesquisa da ferramenta IntegraEC, foi desenvolvido um questionário baseado no referencial teórico (subcapítulo 4.2.2). Desse modo, buscou-se integrar os itens contemplados no questionário de acordo com as etapas operacionais da cadeia têxtil para a execução do Passo 1 da ferramenta proposta (subcapítulo 4.2.2). A coleta de informações por meio do questionário foi realizada através da atribuição de pontos da escala de *Likert* que descreve os termos adotados para concordância e importância, conforme a Tabela 3 a seguir:

Tabela 3 - Descrição dos termos de concordância/importância

Escala	Termo de Concordância/importância
1	Discordo totalmente/sem importância
2	Discordo parcialmente/pouco importante
3	Indeciso(a)/razoavelmente importante
4	Concordo parcialmente/importante
5	Concordo totalmente/muito importante

Através da distribuição da pontuação apresentada pela Tabela 3 é possível calcular o nível de maturidade da circularidade organizacional (Passo 2) para que a empresa possa visualizar a situação atual dentro da perspectiva da Economia Circular. Em seguida, foi realizada a elaboração de um quadro teórico contendo os

níveis de maturidade da circularidade organizacional com base em (EMF, 2017; BSI, 2017) (subcapítulo 4.2.3).

Do mesmo modo que, os documentos selecionados da RBS e da análise documental foram considerados devido à abordagem sistêmica do conceito da EC na cadeia de valor têxtil, sendo significativas as orientações sobre as práticas que podem ser adotadas por empresas de todos os portes e níveis de maturidade circular. Assim, no Passo 3 da ferramenta (subcapítulo 4.2.4) são apresentadas as práticas que as empresas podem optar por incluir nas etapas operacionais para aprimorar seus processos e viabilizar a implementação da EC. Além disso, a ferramenta foi vinculada a uma planilha Excel para facilitar a consulta e a seleção das práticas e/ou indicadores ponderados para atender às necessidades dos usuários.

Como critério para a seleção da amostra foi utilizada a estratégia de amostragem intencional, pois buscou-se por participantes com conhecimento relacionado com a pesquisa para auxiliar na avaliação da ferramenta e contribuir com o aprimoramento do estudo (ELO *et al.*, 2014). Dentre os especialistas, foram selecionados aqueles(as) que atuam na área acadêmica com experiência em economia circular, modelo de negócio, gestão da qualidade, gestão de resíduos e efluentes têxteis, engenharia e gestão do ciclo de vida de produtos e indicadores de circularidade. Assim como, foram selecionados especialistas das empresas do setor têxtil e Economia Circular que, de acordo com a classificação do SEBRAE (2021) contempla o porte da empresa conforme a receita bruta anual, ilustrado no Quadro 2 a seguir.

Quadro 2 - Descrição do porte das empresas

Porte da Empresa	Receita bruta/ano
Microempresa (ME)	até R$ 360.000,00
Empresa de Pequeno Porte (EPP)	entre R$ 360.000,00 e R$ 4.800.000,00
Empresa de Médio/Grande Porte	superior a R$ 4.800.000,00

Fonte: Adaptado de SEBRAE (2021).

Nesse caso, os especialistas consultados a participar da pesquisa foram nomeados por “participantes” para manter o sigilo das informações. O contato foi realizado por meio do envio de e-mails efetuando-se um convite para a participação na pesquisa, contendo informações sobre a formação da pesquisadora e o objetivo

da pesquisa. Tal como, foram efetuadas ligações telefônicas para os responsáveis das empresas têxteis.

Dessa forma, foi elaborado um vídeo explicando os passos da ferramenta e o método de implementação para a avaliação da ferramenta IntegraEC. Adicionalmente, foram enviados como material suplementar um documento Excel com todas as instruções da ferramenta e um documento em formato PDF com mais informações das práticas e dos indicadores para a empresa consultar e aplicar no modelo de negócio. Assim, realizou-se a apresentação geral da IntegraEC com as instruções passo-a-passo a fim de possibilitar a interação com a ferramenta e a consulta às práticas.

O método para a coleta dos dados primários foi realizado por meio de um formulário estruturado (ver Apêndice C), contendo perguntas com abordagem qualitativa sobre os desafios que as empresas enfrentam para integrar a Economia Circular no modelo de negócio com o objetivo de reduzir redundâncias, incorporar novas sugestões e, assim, aprimorar a versão final da ferramenta.

As perguntas foram estruturadas com base no Pensamento Sistêmico da norma técnica (BSI, 2017), visto que uma decisão pode afetar parte do sistema, sendo essa a razão pela qual a ferramenta IntegraEC visa cumprir, ou seja, auxiliar o processo de tomada de decisão das empresas têxteis. Bem como, ao final do formulário foram abordadas questões de múltipla escolha para a validação da ferramenta, sendo considerada a distribuição pela escala de *Likert* de 5 pontos para o termo de satisfação, conforme apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição do termo de satisfação

Escala	Termo de Satisfação
1	Muito insatisfeito(a)
2	Insatisfeito(a)
3	Indeciso(a)
4	Satisfeito(a)
5	Muito satisfeito(a)

À vista disso, as questões abordaram (1) se a Economia Circular era adotada nas etapas operacionais, (2) quais os desafios para integrar a EC no modelo de negócio, (3) quais os benefícios que a ferramenta IntegraEC pode proporcionar às empresas têxteis, (4) quais as dificuldades para usar a ferramenta IntegraEC, (5)

opinião sobre os níveis de maturidade da circularidade, (6) se as práticas da ferramenta IntegraEC poderiam atender as necessidades da empresa, (7) esclarecimento dos passos da ferramenta, (8) se a ferramenta permite acesso rápido às informações das práticas, (9) se a empresa sente confiança ao usar a ferramenta, (10) se a ferramenta auxilia o processo de tomada de decisão, (11) contribuição da ferramenta para adoção da EC, (12) comentários ou sugestões para melhorar a ferramenta IntegraEC.

O motivo pela escolha do formulário deve-se à possibilidade de padronização das perguntas enviadas para 36 especialistas e 60 empresas do setor têxtil, sendo que o contato ocorreu entre o mês de dezembro de 2022 e janeiro de 2023 que consta no Apêndice C (Formulário da Pesquisa). A seguir, é discutida a descrição do tratamento efetuado na análise dos dados coletados.

2.3 ETAPA 3: VALIDAÇÃO DA PROPOSTA DA FERRAMENTA

Com a finalidade de sanar o problema de pesquisa e o objetivo proposto, foram realizadas análises nos dados da pesquisa para atestar a robustez da estrutura da ferramenta, bem como para ponderar a necessidade de melhoria no passo-a-passo. Além disso, foram consideradas as contribuições que os participantes puderam fornecer através de informações sobre os problemas organizacionais e gerenciais que deparam-se para aprimorar as atividades internas e externas. Visto que, a investigação no âmbito organizacional pode beneficiar tanto as empresas quanto para o alcance de objetivos acadêmicos.

Por essa razão, a técnica de avaliação dos dados coletados foi efetuada mediante ao método de análise qualitativa de conteúdo, pois é um método de pesquisa que permite interpretar o significado dos dados com o objetivo de descrever e quantificar os fenômenos. O processo de análise de conteúdo inclui três fases: a fase de preparação refere-se à seleção da unidade de análise dos dados; a fase de organização envolve a revisão de todos os dados quanto ao conteúdo e a codificação de categorias; na fase de relato dos resultados descreve-se o conteúdo das categorias em relação ao fenômeno (ELO *et al.*, 2014).

Para assegurar a confiabilidade na fase de preparação da análise de conteúdo foram adotadas as indagações propostas por Elo *et al.* (2014) em cada fase do método da análise de conteúdo. Assim, na fase de preparação foram

considerados os critérios utilizados para a seleção dos participantes da pesquisa (subcapítulo 2.2) a fim de obter dados não estruturados para contribuir com a validação da proposta da ferramenta IntegraEC. Dessa forma, foi estabelecido como unidade de análise palavras-chave relacionadas com os dados coletados em conformidade com o problema da pesquisa, representado pelo Quadro 3.

Quadro 3 - Matriz de categorização

Categoria-chave	Característica	Frequência de palavras-chave
Conceito	Inclui formas de conhecimento, objetivo, racional, sistemático, geral, verificável e falível para formular leis que regem os fenômenos (GIL, 2008).	Economia Circular (18); Sustentabilidade (4); Conhecimento (6)
Empresa	É determinado por fatores internos e externos que influenciam o propósito, os objetivos e a sustentabilidade da organização (ABNT, 2015).	Colaborador (1); Gestor (5); Produção (5); Cliente/consumidor (2); Modelo de Negócio (2); Parceria (2); Fornecedor (1); Cultura (1)
Desempe-nho	Refere-se ao resultado mensurável em relação à gestão, atividades, processos, produtos, serviços, sistemas ou organizações (ABNT, 2015).	Indicador (6); Circularidade (4); Avaliação (3); Maturidade (11)
Ação	Visa apoiar a transição de padrões, setores, cadeias de valor ou sistemas através do alinhamento entre colaborações inter-relacionadas (EMF, 2017).	Diretriz (1); Estratégia (3); Prática (17); Ferramenta (15); Pensamento do Ciclo de Vida (1); Desmontagem (1); Extensão da vida útil (1)

Fonte: A autora (2025).

Na fase de organização, durante o processo de abstração as palavras-chave foram classificadas de acordo com a definição das categorias e a frequência que foram mencionadas pelos participantes da pesquisa com o intuito de representar os dados em sua totalidade. Os dados foram agrupados a fim de identificar as semelhanças e diferenças entre as categorias, demonstrando a congruência entre as categorias-chave (ELO *et al.*, 2014). À vista disso, a fase de relatório dos resultados compreende a correlação sistemática existente entre a frequência de palavras-chave mencionadas nas categorias-chave que se inter-relacionam com os resultados da pesquisa (subcapítulo 4.5) quanto ao desenvolvimento da versão final da ferramenta conceitual.

No próximo subcapítulo, são apresentados os tópicos da fundamentação teórica, abordando o conceito voltado para o setor têxtil e a base para o desenvolvimento da ferramenta conceitual.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

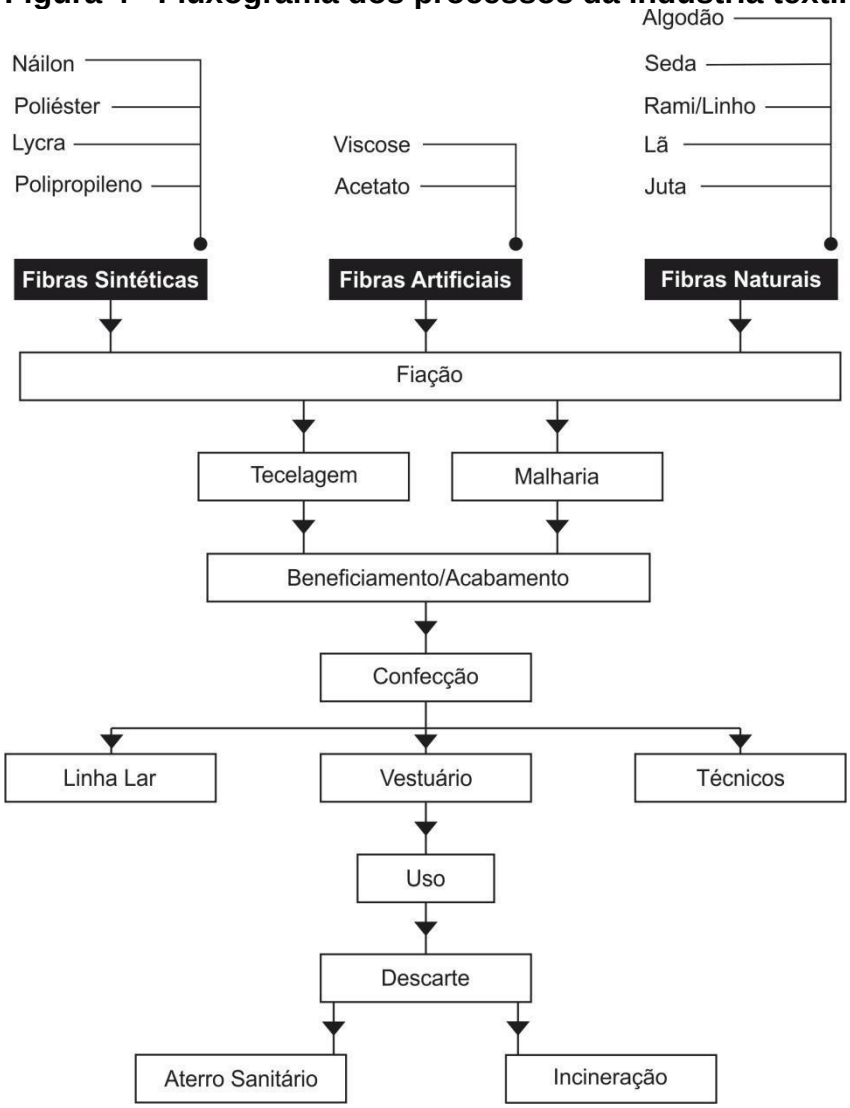
Este capítulo aborda a revisão da literatura dividida pelos subcapítulos 3.1 (Contexto Geral do setor têxtil) que apresenta as etapas que compõem o sistema produtivo, os tipos e características das fibras têxteis, os impactos da produção e a aplicação de resíduos têxteis em outros setores. Seguidamente pelo subcapítulo 3.2 (Integração da Economia Circular no setor têxtil), aborda a definição do conceito e dos princípios da EC, discutindo brevemente a importância da colaboração entre os *stakeholders* para a integração de ações que estimulam a circularidade e as potenciais barreiras durante a transição; o subcapítulo 3.2.1 (Desafios para integração da Economia Circular no setor têxtil), apresenta as características dos modelos de negócios e a importância em adotá-los para a promoção da EC.

Em seguida, o subcapítulo 3.2.2 (Modelos de negócios circulares), expõe as principais barreiras que impedem a transição do setor têxtil; e o subcapítulo 3.2.3 (Práticas para a transição da Economia Circular), aborda as práticas que as organizações podem seguir para adotar a EC nos modelos de negócios.

3.1 CONTEXTO GERAL DO SETOR TÊXTIL

A indústria têxtil é reconhecida pelo seu potencial em cadeias de valor global que compreende diferentes processos os quais fazem parte da vida útil de um produto como a extração e produção de matéria-prima, processamento e fornecimento de materiais, preparação de fios (fiação), tecelagem, produção têxtil que inclui tratamentos e acabamentos nos têxteis, fase de uso e o fim da vida que pode ocorrer a coleta e classificação dos têxteis, disposição final em aterros ou recuperação de resíduos para fornecimento de energia (UNEP, 2021), de acordo com a ilustração da Figura 4 a seguir.

Figura 4 - Fluxograma dos processos da indústria têxtil



Fonte: Adaptado de BNDES (2009).

Conforme apresentado na Figura 4, durante a etapa de fiação são obtidos fios por meio de fibras têxteis que seguem para o beneficiamento, tecelagens ou malharias. No beneficiamento, ocorre a preparação dos fios como tingimento, engomagem, retorção de (linhas, barbantes, fios especiais, etc.) e outros tratamentos como estamparia; na etapa de tecelagem/malharia são construídos a partir dos fios têxteis os tecidos planos, tecidos de malha circular ou retilínea; na etapa de confecção dos tecidos são aplicadas tecnologias e maquinários para produção dos produtos do vestuário, podendo ser acrescidos acessórios nos artigos (CETESB, 2009). O Quadro 4 apresenta a classificação das etapas da cadeia têxtil de acordo com os autores da literatura.

Quadro 4 - Classificação das etapas produtivas

Etapas	Referência
Design	ARRIGO (2020); BSI (2017); CETESB (2009); DAŇO *et al.* (2020); EMF (2017); JOHNSON; PLEPYS (2021); KAREL;NIINIMÄKI (2019); NETO *et al.* (2020); PINHEIRO (2020); STÅL; JANSSEN (2017); UNEP (2021)
Fiação	BNDES (2009); BSI (2017); BRITO *et al.* (2008); CETESB (2009); EMF (2017); FU *et al.* (2018); LAITALA *et al*. (2018); PINHEIRO (2020); PÉREZ *et al*. (2020); STEINBERGER *et al*. (2009); UNEP (2021); WIEDEMANN *et al.* (2020)
Tecimento	AHMAD *et al.* (2020); BRITO *et al*. (2008); CETESB (2009); EMF (2017); FU *et al*. (2018); KUMAR *et al.* (2022); LAITALA *et al*. (2018); PALME *et al*. (2014); PATTI *et al.* (2021); RESTA *et al*. (2016); SHIRVANIMOGHADDAM *et al*. (2020); WIEDEMANN *et al*. (2020)
Beneficiamento /acabamento	BNDES (2009); CETESB (2009); COSTA *et al*. (2020); FU *et al*. (2018); GRETHE (2021); JOHNSON; PLEPYS (2021); KUMAR *et al.,* (2022); MARTINA; OSKAM (2021); PÉREZ *et al.* (2020); UNEP (2021); WIEDEMANN *et al.* (2020)
Confecção	AHMAD *et al.* (2020); BNDES (2009); CETESB (2009); CĂRPUȘ *et al.* (2020); ENES; KIPÖZ (2019); FU *et al*. (2018); GRETHE (2021); LAITALA *et al.* (2018); STEINBERGER *et al.* (2009); WIEDEMANN *et al.* (2020)
Consumo	AHMAD *et al*. (2020); BRAUN *et al*. (2021); BSI (2017); JOHNSON; PLEPYS (2021); LAITALA *et al.* (2018); LAITALA *et al.* (2020); NETO *et al.* (2020); PINHEIRO (2020); STEINBERGER *et al.* (2009); RESTA *et al*. (2016); WIEDEMANN *et al.* (2020)
Resíduos	AHMAD *et al*. (2020); BSI (2017); CĂRPUȘ *et al*. (2020); CETESB (2009); EMF (2017); ENES; ŞÖLEN (2019); ERDOGAN *et al.* (2019); HUSSAIN *et al.* (2021); KAREL; NIINIMÄKI (2019); KWON *et al*. (2021); ONCIOIU *et al.* (2021); PATTI *et al.* (2021); PINHEIRO (2020); SADROLODABAEE *et al.* (2021); SANCHIS-SEBASTIÁ *et al.* (2021)

Fonte: A autora (2025).

Segundo o Quadro 4, as etapas da cadeia têxtil incluem a pré-produção (design), produção (fiação, tecimento, beneficiamento/acabamento e confecção) e pós-produção (consumo e resíduos). Assim, para atender a demanda crescente o setor necessita de quantidades cada vez maiores de recursos e insumos, sendo considerada uma indústria com potencial poluidor em razão do modelo extrativo empregado durante as fases de planejamento e design (SIDERIUS; POLDNER, 2021), produção (GRAVAGNUOLO *et al.*, 2019), durante as fases de consumo (DAŇO *et al.*, 2020; GIL-LAMATA; MARTÍNEZ, 2022; SALAS-MOLINA *et al.*, 2020), que resulta na liberação de materiais pós-consumo considerados resíduos sem utilidade (JÄÄMAA; KAIPIA, 2022), emissões de substâncias tóxicas e impactos socioambientais (BOTTANI *et al.*, 2019; LAITALA; *et al.*, 2018; QIAN *et al.*, 2020;

QUANTIS, 2018; RESTA *et al.*, 2016), assim como a influência dos *stakeholders* na cadeia de valor (STAICU; POP, 2018).

À vista disso, o modelo de negócio *fast fashion* (moda rápida) adota a cultura do descarte resultando em inúmeros impactos ambientais, sanitários, sociais e econômicos (SHIRVANIMOGHADDAM *et al.*, 2020). Sendo influenciadas as intenções de consumo e comportamento dos usuários (JUNG *et al.*, 2021; KIM *et al.*, 2021; MARQUES *et al.*, 2020) incita a tornar o sistema linear o modelo habitual. Uma vez que, a baixa qualidade de materiais para a manufatura de produtos com baixo custo passou de bens duráveis para compras com significativa frequência e transformou o modelo linear produtivo e de consumo predominante (BRYDGES, 2021), resultando em maior geração de resíduos têxteis (KALAMBURA *et al.*, 2020).

Em relação às características das fibras têxteis, podem conter diversos atributos de acordo com as propriedades físicas (comprimento, espessura, retenção de umidade), propriedades químicas (composição química, efeitos de ácidos, álcalis), propriedades mecânicas (rigidez, tenacidade, resistência à tração, elasticidade), propriedades elétricas (condutividade elétrica e resistência), propriedades térmicas (condutividade térmica, inflamabilidade, ponto de fusão), propriedades estruturais (toxicidade, biocompatibilidade, resistência microbiana e fúngica), propriedades ópticas (refletividade, transmitância, cor), propriedades acústicas (velocidade sônica, absorção sonora), propriedades radiológicas (capacidade à proteção de radiações atômicas/nucleares), propriedades ambientais (proteção a raios UV, intempéries, oxidação) e propriedade de torção (rigidez de torção, torção de ruptura, módulo de cisalhamento) (LAITALA *et al.*, 2018).

Dentre as fibras que passam pelo processo químico na produção de fibras sintéticas ocorre a transformação de um derivado de petróleo (nafta petroquímico) em benzeno, eteno, p-xileno e propeno que requer intensivo uso de matérias-primas e capital. No caso do poliéster (principal fibra sintética), provém do polímero termoplástico Tereftalato de Polietileno (PET), originado de matéria-prima primária ou da reciclagem de garrafas de plástico, visto que o setor têxtil possui participação relevante na reciclagem de PET no Brasil (CETESB, 2009). O crescimento da reciclagem de PET nos últimos anos se deve pelo fortalecimento da Economia Circular, sendo que a indústria têxtil é a segunda maior consumidora de PET reciclado, representando 25% do PET reciclado no país (ABIPET, 2022). Assim como, é muito comum a recuperação de energia em última circunstância para

misturas de PET/algodão que apresentam uma alternativa e melhor aproveitamento das fibras quanto à reciclagem similar de garrafas PET, possibilitando a transformação dos resíduos têxteis no nível de fibra (PIRIBAUER *et al.*, 2020). Quanto às fibras artificiais, podem ser provenientes da celulose como linter de algodão, madeira ou bambu (COSTA *et al.*, 2020).

Para produzir a principal fibra natural (algodão), demandam-se terras aráveis para o cultivo, assim como uma quantidade significativa de água, fertilizantes e pesticidas que são liberados como resíduos perigosos no solo e nos corpos hídricos (COSTA *et al.*, 2020). Dos 75 países que cultivam a monocultura, os principais países que correspondem por mais de três quartos da produção global são Índia, China, EUA, Brasil e Paquistão. No Brasil, localiza-se a maior cadeia têxtil completa do Ocidente, está entre os cinco maiores produtores e consumidores de *denim* (jeans) e o quarto maior produtor de malhas do mundo. A cadeia têxtil e de confecção contribuiu em 2021 com US$ 1,06 bilhão em exportações (sem fibra de algodão) e as importações (sem fibra de algodão) foram de US$ 5,2 bilhões, quanto ao volume da produção têxtil foram 1,91 milhões de toneladas em 2020 e a produção da confecção foi 7,83 bilhões de peças para o mesmo ano (ABIT, 2022).

Em todas as atividades produtivas são liberadas grandes quantidades de resíduos sólidos como resíduos de: abertura, cardação, fitas, mechas, penteados, provindos da indústria do vestuário (fibras sulfonatos e fios de malharia, fios de tecidos e da produção de TNT) (PATTI *et al.*, 2021). Nesse sentido, o decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022 regulamenta a Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispõe sobre a responsabilidade dos geradores de resíduos sólidos e do poder público cujos “fabricantes, os importadores, os distribuidores, os comerciantes, os consumidores e os titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos são responsáveis pelo ciclo de vida dos produtos” (BRASIL, 2022). Visto que, o decreto integra o sistema de logística reversa que envolve a participação do consumidor quanto à disponibilização dos resíduos sólidos reutilizáveis e recicláveis para a coleta ou devolução de produtos de forma adequada (BRASIL, 2022).

Dessa forma, entende-se que há significativo valor perdido que poderia ser recuperado através do fornecimento de materiais para outras indústrias como a indústria do vestuário que é diretamente dependente da indústria têxtil, representando 60% do consumo total de têxteis (EMF, 2017).

As aplicações de fibras recicladas provindas de resíduos têxteis podem ser usadas como materiais multifuncionais com aspectos mecânicos, acústicos, térmicos e elétricos em diferentes setores industriais (PATTI *et al.*, 2021; ALSHAAER, 2021), conforme o Quadro 5.

Quadro 5 - Setores industriais

SETOR/INDÚSTRIA	APLICAÇÃO	REFERÊNCIA
Construção	Fabricação de concreto, tijolos mais leves, isolamento térmico, acústico, condutividade e produtos filtrantes.	SADROLODABAEE *et al*. (2021); BESHAH *et al.* (2021); RUBINO *et al.* (2021); SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020)
Automobilístico	Isolamento acústico, peças prensadas, feltros inferiores para carpetes, compartimento de porta-malas.	SHIRVANIMOGHADDAM *et al*. (2020)
Brinquedos	Enchimento em brinquedos de pelúcia.	SHIRVANIMOGHADDAM *et al*. (2020)
Ambiental	Tratamento de águas residuais e remoção de Bisfenol A (BPA) e separação óleo-água.	SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020)
Agrícola	Telas de cobertura de resíduos têxteis orgânicos para cultivo e telas transportadoras de sementes.	SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020)
Papel	Uso de feltros para a produção de papel misturado com *denim* (jeans) reciclado.	SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020)
Moveleira	Capa de colchão e manta para assentos em móveis, estofos, panos de limpeza e mantas agulhadas.	AILENEI *et al.* (2021)
Carpete	Forro de carpete e isolamento de ruído.	SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020)
Embalagem	Reciclagem de fibras de juta e recuperação de celulose de fibras residuais.	ERDOGAN *et al*. (2019)
Moda	Aplicação de resíduos em palmilhas de sapatos, novos produtos têxteis, trapos, mantas, tecidos não tecidos (TNT), isolantes e edredons feitos de resíduos de malhas acrílicas.	SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020); KOHAN *et al.* (2019)

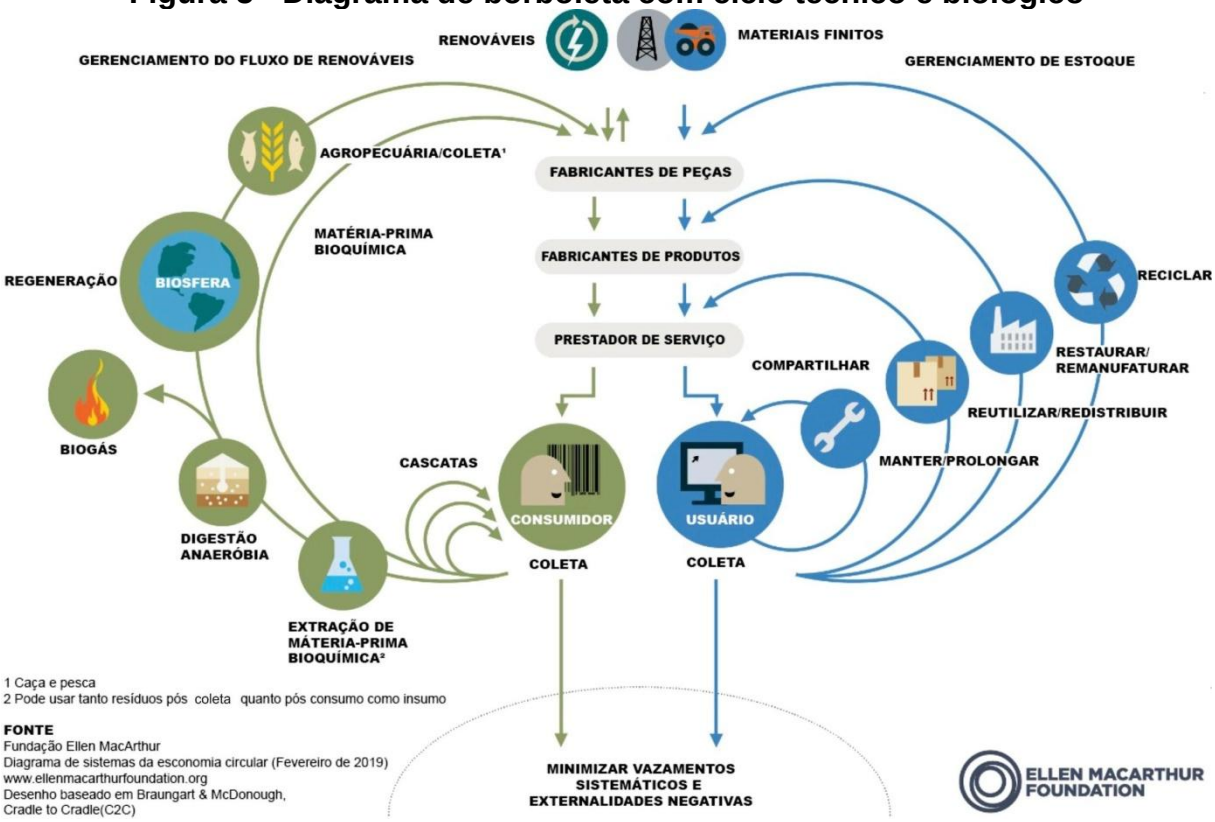
Através do Quadro 5, pode ser observada oportunidades para a capacidade regenerativa do setor têxtil através do desenvolvimento de sistemas entre setores que são alimentados pelos resíduos têxteis, conduzindo em direção a esquemas colaborativos entre as indústrias (GRAVAGNUOLO *et al.*, 2019). A seguir, o próximo subcapítulo apresenta a definição do conceito e os princípios da Economia Circular para a integração no setor têxtil.

3.2 INTEGRAÇÃO DA ECONOMIA CIRCULAR NO SETOR TÊXTIL

O conceito da Economia Circular (EC) é baseado nos princípios de outras escolas de pensamentos (BSI, 2017; EMF, 2017; PESCE *et al.*, 2020; PINHEIRO, 2020), como Ecologia Industrial (GRAEDEL; ALLENBY, 2002; AYRES; AYRES, 2002), Simbiose Industrial (CHERTOW, 2007), Economia de Desempenho (STAHEL; REDRAY, 1976; STAHEL, 2006), Biomimética (BENYUS, 1997), *Cradle to Cradle* (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2008; MCDONOUGH; BRAUNGART, 2013), Economia Azul (PAULI, 2010), Design Regenerativo (LYLE, 1996) e Capitalismo Natural (HAWKEN *et al.*, 2010).

Na presente dissertação, foi adotada a definição da Fundação Ellen MacArthur em que a Economia Circular busca redefinir o crescimento, substituindo por intenção o fim de vida de um produto através da restauração ou regeneração de seus componentes, além de eliminar o uso de produtos químicos tóxicos para ser reutilizado, retornando à biosfera sem prejuízo ambiental, tornando o fluxo de materiais contínuo na economia. Além de dissociar progressivamente do sistema industrial extrativo para repensar o resíduo como insumo e eliminar os desperdícios para sustentar a transição da Economia Circular, aliado com o uso de fontes de energia renováveis conforme os três princípios: eliminação de resíduo e poluição; circulação de produtos e materiais; e regeneração da natureza (EMF, 2017). A Figura 5 ilustra a caracterização dos dois ciclos do modelo circular (técnico e biológico).

Figura 5 - Diagrama de borboleta com ciclo técnico e biológico

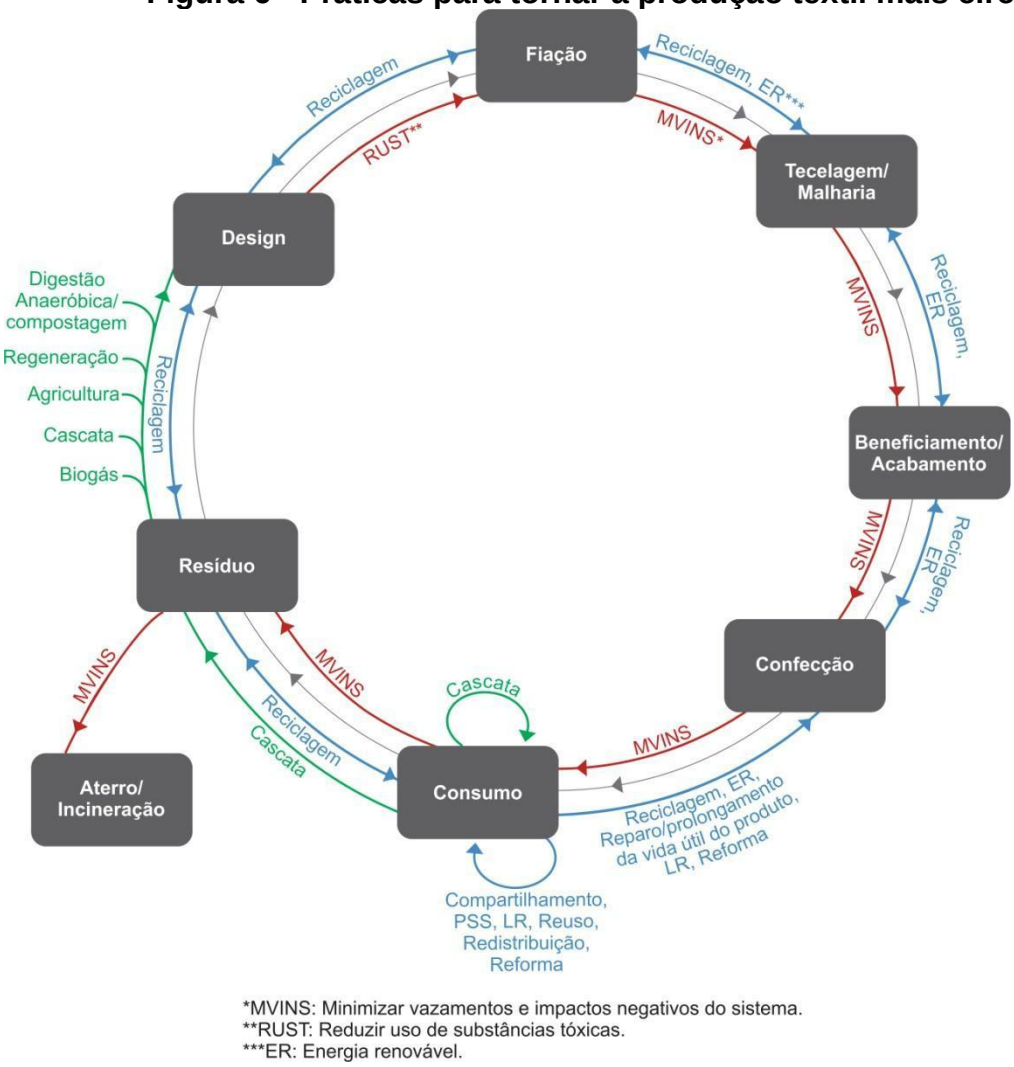


Fonte: Adaptado de EMF (2017).

Conforme a Figura 5, no ciclo técnico ocorre a recuperação e a restauração de produtos e materiais através das práticas de reutilização, reparo, remanufatura e reciclagem para manter os produtos em circulação. Enquanto que, no ciclo biológico ocorre o consumo, ou seja, os materiais de base biológica podem ser reaproveitados através da geração de biogás, uso de biomassa para fins energéticos, sendo representado por práticas como compostagem ou digestão anaeróbia para que os materiais biodegradáveis sejam devolvidos ao meio ambiente de forma segura para regeneração dos componentes (EMF, 2017). Nesse sentido, a circularidade é diretamente proporcional à recuperação de materiais na cadeia produtiva, pois quanto mais fechado for o sistema produtivo, maior será o uso desses materiais de forma eficiente reduzindo desperdícios e danos ao meio ambiente (PAL; GANDER, 2018).

Dessa maneira, são consideradas as práticas que podem ser adotadas em cada uma das etapas produtivas do modelo de produção têxtil convencional, visando um sistema de circuito fechado, conforme ilustrado na Figura 6.

Figura 6 - Práticas para tornar a produção têxtil mais circular



Fonte: Adaptado de (CHEN *et al.*, 2021; EMF, 2017; EEA, 2019; HUSSAIN *et al.*, 2021; JOUSTRA *et al.*, 2013; PACE, 2021; SALO *et al.*, 2020; SANCHIS-SEBASTIÁ *et al.*, 2021).

De acordo com a Figura 6, nas fases que compõem o sistema produtivo têxtil podem ser empregadas práticas que visam reduzir a entrada de matérias-primas através da reutilização dos resíduos como insumos para novos ciclos de produção. Dessa forma, a recuperação dos resíduos pode ser realizada através da reciclagem mecânica ou reciclagem química para a produção de fibras naturais, artificiais e sintéticas (HUSSAIN *et al.*, 2021; PACE, 2021; SANCHIS-SEBASTIÁ *et al.*, 2021). A recirculação dos insumos nas etapas iniciais a partir da fase de design proporciona o desenvolvimento e adaptação de produtos personalizados e/ou voltados para a longevidade, porém se faz necessária a escolha de materiais que contenham uma redução ou que estejam livres de substâncias tóxicas (RUST) com o objetivo de

circular os produtos e materiais nas fases seguintes para reduzir os prejuízos ambientais (SALO *et al.*, 2020).

Nas etapas de produção é necessária uma redução gradual dos vazamentos de substâncias e resíduos para minimizar os impactos negativos do sistema (MVINS), incluindo o uso de fontes de energia renováveis (ER) (CHEN *et al.*, 2021). Uma vez que, o vazamento durante o processamento de resíduos seja considerado insustentável o esforço deve ser direcionado para minimizá-lo e, por fim, eliminado (JOUSTRA *et al.*, 2013). Assim, nas fases de consumo e pós-consumo, os modelos de negócios como plataformas de compartilhamento, o Sistema Produto-Serviço (PSS, sigla em inglês) e práticas que estimulam o reparo, o reuso, a redistribuição e a reforma dos produtos são alternativas para desacelerar e reduzir a demanda de materiais primários na produção.

Os resíduos provindos das fases de produção e de consumo podem ter como destino o ciclo técnico que está presente em todas as etapas do ciclo de vida do produto, representado em azul na Figura 6. O ciclo técnico recupera e restaura os produtos e materiais através da reutilização, reparo e reciclagem, como uma roupa ser transformada em fibras (MARTINA; OSKAM, 2021). Ao passo que, os resíduos que fazem parte do ciclo biológico, representado em verde na Figura 6, são designados à digestão anaeróbia (compostagem), os materiais podem ser regenerados, utilizados na agricultura ou reaproveitados como biogás, por exemplo, materiais de base natural como o algodão, lã e seda (EMF, 2017).

Outra alternativa seria a prevenção dos resíduos através da taxação e proibição ao destiná-los para aterros e incineração por meio de campanhas para a coleta e separação de resíduos (EEA, 2019). Dessa forma, o sistema fechado contempla o ciclo técnico e biológico conforme o diagrama de borboleta (ilustrado na Figura 5), abrangendo todas as etapas do sistema de produção, incluindo a identificação de práticas que são usadas para auxiliar na adoção de ações que possibilitam a integração da Economia Circular.

Nesse sentido, as etapas ilustradas na Figura 6 e os ciclos técnico e biológico do modelo circular representam as práticas adotadas para a ferramenta IntegraEC que podem ser incorporadas pela cadeia de valor têxtil. Portanto, a Economia Circular visa direcionar o conceito de fim-de-vida para um modelo que constrói capital econômico, natural e social, tornando o sistema resiliente por meio da proposição de modelos de negócios inovadores e oportunidades para restaurar os

produtos e componentes do sistema industrial e regeneração da natureza (EMF, 2017). Por essa razão, a escolha pelo conceito e os princípios da EC segundo a definição da EMF englobam o ciclo de vida completo do produto, incluindo ambos ciclos técnico e biológico dentro do sistema de produção. A seguir, o subcapítulo 3.2.1 aborda os desafios e as barreiras para tornar o setor têxtil mais circular.

3.2.1 Desafios para integração da Economia Circular no setor têxtil

Embora possam ser identificadas as iniciativas para o estabelecimento da EC, existe uma lacuna quanto à forma que a teoria pode ser aplicada na prática por organizações e indivíduos, pois seus conceitos podem ser operados em três níveis: macro (global, entre países, regiões e cidades), meso (parques eco-industriais e cadeias de abastecimento) e micro (empresas abrangendo produtos e serviços) (PESCE *et al.*, 2020). Os estudos que revelam as principais barreiras quanto à implementação da EC expõem os desafios que impedem a transformação do setor têxtil nos níveis micro ao macro.

Nessa perspectiva, uma das principais barreiras está relacionada quanto à disseminação de informações desalinhadas, falta de conhecimento dos consumidores sobre sustentabilidade, insuficiente demanda por materiais ecológicos o que encarece o produto final, falta de suporte governamental e legislativo, escassez de profissionais qualificados para desenvolver produtos com design voltados para reutilização, falta de incentivos e mecanismos que promovam o comportamento de reciclagem e coleta de produtos pós-consumo (CHEN *et al.*, 2021).

Para a transição do setor têxtil requer-se uma mudança expressiva nos modelos de negócios, sendo um dos maiores desafios em relação à prevenção e eliminação de resíduos ao longo do ciclo de vida do produto que demanda comunicação efetiva na cadeia de suprimentos (KOSZEWSKA, 2018). Por outro lado, o porte da empresa pode ser um fator que influencia a incorporação de práticas sustentáveis nos canais da cadeia de suprimentos, já que as grandes empresas são direcionadas a exportar e cumprir com as legislações e certificações (BAIG *et al.*, 2020).

Quanto aos desafios relacionados com a fase de design constatou-se no desenvolvimento de produtos sustentáveis e no reaproveitamento de resíduos pós-

consumo a limitação do material quanto à dimensão, tipo, tonalidade, forma e tempo de re-processo. Tal qual, questões como o relacionamento e educação do consumidor visto que a comunicação é fundamental para que os benefícios do novo modelo sejam reconhecidos pelos consumidores e, desse modo, possam atender a suas expectativas (TODESCHINI *et al.*, 2017).

Nesse sentido, o nível das práticas de sustentabilidade varia conforme as estratégias executadas interna e externamente pelas empresas reativas, proativas e empresas que buscam valor em colaboração com os parceiros da cadeia de suprimentos o que revela a necessidade em estabelecer o compromisso com a sustentabilidade, governança, escolha e monitoramento de fornecedores (MACCHION *et al.*, 2018). Além disso, a inclusão de pautas sociais e formas exploratórias de trabalho são questões que devem ser incluídas em modelos circulares no setor têxtil (BRYDGES, 2021).

Outro desafio para a indústria têxtil se tornar mais circular está atrelada a capacidade de cooperação entre as empresas onde ocorre principalmente em países desenvolvidos. Posto que, na realidade brasileira a possibilidade de integrar os conceitos na produção sustentável depende de práticas que correspondem com a realidade regional, de infraestrutura e capacitação de profissionais como compromisso ambiental dos gerentes seniores, apoio à gestão ambiental de gerentes de nível médio, cooperação e treinamento multifuncional para melhoria ambiental. Assim como programas de auditoria, rotulagem ecológica, programa de produção mais limpa, desenvolvimento de relatórios, ecodesign, projetos para redução de materiais e energia, recuperação do investimento em materiais excedentes e reciclagem de produtos (NETO *et al.*, 2020).

Vale ressaltar que os efeitos rebote da EC podem ocorrer pela razão dos insucessos que se referem especificamente ao aumento na demanda por produção e consumo, pois os preços tendem a reduzir e como reação, o mercado e os consumidores adquirem produtos de forma massiva assim como ocorre com o modelo *fast fashion* (SIDERIUS; POLDNER, 2021). Tal como, pode acontecer com o modelo de negócio Sistema Produto-Serviço (PSS), causando efeitos negativos, pois o consumidor deixa de ser o detentor prioritário do produto, resultando na falta de manutenção durante a fase de uso que demandaria logística com maior frequência para realizar reparos no produto, causando aumento na quantidade de emissões pela queima de combustíveis. Desse modo, as oportunidades de

melhorias para o setor estão voltadas para proposição de soluções para as emissões de carbono (incluindo as emissões provocadas juntamente com o varejo, fase de uso, transporte e lavanderia industrial), uma parte fundamental para refrear as mudanças climáticas (VIRTA; RÄISÄNEN, 2021).

3.2.2 Modelos de negócios circulares

O principal objetivo da Economia Circular está segurado no valor dos materiais que compõe os produtos, pois a partir da renovação e reutilização esses mesmos produtos podem servir como suprimento para novos ciclos produtivos a fim de suportar a circularidade (NIINIMÄKI, 2018), e reduzir o descarte e o resíduo (PESCE *et al.*, 2020). Dessa forma, a proposição de novos modelos de negócios voltados para a circularidade de materiais e componentes estão relacionados a três principais tendências: Digitalização de produtos e processos como design, produção, distribuição e consumo final; Eficiência de recursos para a promoção da sustentabilidade e circularidade de materiais e operações gerais do negócio que atendam normas ambientais, de saúde e da legislação social; Modelos de negócios baseados em compartilhamento, servitização, consumo de bens por assinatura direcionados a uma economia colaborativa (KOSZEWSKA, 2018).

De acordo com Daňo *et al.* (2020), a implementação dos conceitos da Economia Circular possui um impacto direto fundamental para a elaboração de um modelo de negócio circular que influenciará o desempenho econômico do setor têxtil. Uma vez que, a combinação entre produtos e serviços é baseada no sistema de criação de valor para o modelo de negócio gerenciar os recursos ao longo do tempo que pode consistir em adaptações de design superior dos produtos para atender à restauração e reutilização dos materiais e componentes, assim como a mudança com base na diversidade que integra os valores de compartilhamento entre clientes e fornecedores, valores de desempenho do produto e do empreendedorismo cooperativo (JOUSTRA *et al.*, 2013). Dessa forma, o impacto ambiental do produto será resultado da elaboração do design do modelo de negócio circular, uma vez que através da perspectiva da Economia Circular contribui-se para o potencial em alavancar o prolongamento do ciclo de vida útil dos produtos (PEDERSEN *et al.*, 2019).

Basicamente, os modelos de negócios circulares são divididos em dois modelos principais: o modelo busca prolongar a vida útil através de práticas como reparo, *redesign* e remanufatura; o segundo modelo utiliza a reciclagem para a transformação de produtos e materiais por meio do *upcyling* ou *downcycling* (MARQUES *et al.*, 2020). Assim, os modelos de negócios que passam pela transição para tornar-se mais circular direcionam esforços para que os canais que compõe a cadeia de valor têxtil estejam alinhados com os princípios da EC, aderindo ao modelo híbrido que pode incorporar adaptações ao modelo tradicional de operação ou serviço a fim de consolidar o modelo circular no longo prazo (JOUSTRA *et al.*, 2013).

Tal como, a adoção de práticas em conjunto com o uso de diretrizes políticas orientadas para o ciclo de vida e disposição final do produto para alcançar o êxito dentro da cadeia de valor (STAICU, 2021). Pois, para a criação de um modelo circular é necessário levar em consideração as características internas e externas relacionadas ao comportamento e maturidade do mercado e dos profissionais, além de questões jurídicas, recursos humanos, disponibilidade e acessibilidade a materiais, tecnologias e perfil dos consumidores (STAICU, 2021).

O modelo de negócio regularmente adotado é o modelo de negócio de reciclagem, pois produtos e materiais pós-consumo podem ser reutilizados para a manufatura de novos itens a fim de reduzir a demanda por materiais virgens e prolongar a vida útil dos materiais, podendo-se incluir os ciclos técnico e biológico durante a recuperação (MARTINA; OSKAM, 2021). No caso de modelos de reciclagem, a coleta e o reaproveitamento de têxteis pós-consumo contribuem para reduzir o uso de material primário, sendo que as partes interessadas como governo, produtores e consumidores são peças-chave para a efetividade do novo modelo (LUJÁN-ORNELAS *et al.*, 2020; SALAS-MOLINA *et al.*, 2020). Assim, desenvolve e fortalece a competitividade econômica através da criação de novas oportunidades de negócios (MOORHOUSE; MOORHOUSE, 2017).

Nesse sentido, é importante considerar o desenvolvimento ou adaptação do modelo de negócio com base no ciclo de vida do produto que corresponde ao período de uso pelo consumidor, assim como a capacidade que a organização desempenha no controle das etapas de devolução, transporte, inspeção, armazenamento e gestão dos produtos dentro da cadeia de suprimentos de circuito fechado (JOUSTRA *et al.*, 2013). Além disso, o modelo de negócio pautado na

Economia Circular busca propor um sistema que a propriedade do produto é retida pelo fabricante, o usuário usufrui o bem e os fornecedores podem ser os atores que colaboram para o retorno do produto ao fabricante, sendo a atuação voltada para a prestação de serviços (TODESCHINI *et al.*, 2017).

Por essa razão, o desenvolvimento da ferramenta IntegraEC tem como escopo auxiliar as empresas integrar práticas nos processos operacionais para conduzi-las a modelos de negócios mais circulares. Uma vez que, a proposição de novos modelos de negócios são uma das etapas necessárias durante a transição da Economia Circular nos processos produtivos para viabilização de práticas que incluam todas as fases do ciclo de vida do produto. Em vista disso, o subcapítulo seguinte apresenta os procedimentos que podem ser aplicados pelas empresas em seus modelos de negócios para integrar a abordagem da Economia Circular, sendo consideradas para a elaboração da ferramenta IntegraEC.

3.2.3 Práticas para a transição da Economia Circular

O subcapítulo apresenta as práticas e ferramentas identificadas na literatura que auxiliam a transição do setor têxtil a adotar a abordagem e os princípios da Economia Circular, assim como para gerenciar a transição em diferentes níveis sistêmicos. As práticas são mecanismos para auxiliar a condução das organizações sentido a modelos circulares, como exemplo: a Agenda 2030 que inclui 17 objetivos em direção ao desenvolvimento sustentável, particularmente o ODS 12 visa garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis através da gestão sustentável com metas para refrear a geração de resíduos, inclusão de processos que estimulam a reutilização e reciclagem (ONU, 2015).

Nesse sentido, as diretrizes do *Global Reporting Initiative* (GRI) são utilizadas como estratégia para divulgar o desempenho de metas e iniciativas sustentáveis, bem como a gestão das operações e os impactos das organizações de diversos setores (GARCIA-TORRES *et al.*, 2017). Em 2022, o projeto de normas do GRI para o setor têxtil e vestuário foi aprovado pelo Conselho de Padrões de Sustentabilidade Global (GSSB, sigla em inglês), tendo como foco a produção têxtil, a fabricação de vestuário, varejo de vestuário e calçados (GRI, 2022).

A Fundação Ellen MacArthur disponibiliza a ferramenta *Circulytics* para medir a circularidade de todas as operações de negócios através de um conjunto de

indicadores abrangentes os quais medem o desempenho da circularidade, apoia a tomada de decisão e o desenvolvimento de estratégias para inserção da Economia Circular, destaca pontos fortes e fracos e áreas passíveis de melhoria, oferece transparência o que gera valor de marca para investidores e clientes.

Bem como, as organizações recebem um cartão com a pontuação em cada indicador avaliado e alinhado com as metas dos ODS para facilitar o desempenho em relação à Economia Circular e as metas *ESG* (ambiental, social e governança, sigla em inglês) (EMF, 2020). Dessa forma, os indicadores da ferramenta *Circulytics* auxiliam as empresas a priorizar as estratégias da EC durante o desenvolvimento de sistemas e ativos nas operações circulares, avalia os fluxos de materiais, fluxos de água, consumo de energia, design de serviços e produtos (EMF, 2020).

No Projeto de Indicadores de Circularidade (EMF; GRANTA DESIGN, 2015, 2019), apresenta-se uma metodologia o qual foram desenvolvidos indicadores para a medição do desempenho de produtos e maturidade de empresas quanto à transição para a circularidade. O indicador *Material Circularity Indicator (MCI)* visa avaliar os riscos ambientais, regulatórios e da cadeia de suprimentos para os projetos e produtos das organizações. Assim, o indicador faz a medição da restaurabilidade dos fluxos de materiais biológicos e técnicos do produto para acompanhar o progresso e atestar os produtos que fazem parte de um modelo de negócios baseado na Economia Circular. De acordo com os seis princípios: 1. Aquisição de materiais biológicos de fontes sustentáveis; 2. Uso de matéria-prima de fontes reutilizadas ou recicladas; 3. Manter produtos em uso por mais tempo; 4. Reutilizar componentes ou reciclar materiais após o uso do produto; 5. Fazer uso mais intensivo de produtos; 6. Manter materiais biológicos sem contaminação e acessíveis.

A ferramenta *The Circle Fashion Tool* desenvolvida pela entidade social *Circle Economy* e a Fundação C&A têm por objetivo capacitar marcas para a tomada de decisão e avaliar oportunidades circulares em seus modelos de negócios e opções de destinação final para os resíduos têxteis. Dessa forma, realiza-se um diagnóstico prático dos cenários sobre os impactos ambientais e econômicos que visa apoiar os fornecedores e marcas sobre os fluxos de resíduos têxteis e desempenho circular no geral; educar fornecedores e marcas sobre estratégias e oportunidades circulares; auxílio para encontrar parceiros-chave; e, possibilidade em modelar implicações

práticas voltadas para o caso de negócios e ambiental (GRAVAGNUOLO *et al.*, 2019).

A Plataforma para Acelerar a Economia Circular (PACE, sigla em inglês), apresenta um *framework* para desenvolver a construção do modelo de Ponte Viva entre os colaboradores da cadeia que permite identificar cinco considerações consistentes para apoiar a colaboração eficaz na fase de projeto. A Figura 7 ilustra a definição de cada consideração.

Figura 7 - Framework 5I: considerações consistentes

Interest (interesse)	Por que você está interessado(a) na Economia Circular? Como isso se encaixa na sua empresa/organização? Como isso impactará sua indústria?
Intent (intenção)	Quais transições você pretende alcançar? É no nível da empresa ou da indústria? Trata-se de contribuir para um fluxo de material?
Inputs (entradas)	Quais são suas contribuições? Este é um projeto principal/afiliado que você deseja liderar?
Impact (impacto)	Qual é o impacto “positivo” pretendido (no sistema)? Qual é o impacto depois de um ano? Como o impacto “negativo” foi mitigado?
Improve (aperfeiçoar)	O que você precisa melhorar agora? O que você precisa melhorar em um ano?

Fonte: Adaptado de (HANEY *et al*., 2019).

De acordo com o *framework* apresentado na Figura 7, os limites podem envolver o setor privado, público e organizações não-governamentais. Desse modo, o Interesse corresponde ao compartilhamento de visão através da construção de práticas circulares; a Intenção está relacionada à troca de melhores práticas de engajamento colaborativo; as Entradas buscam contribuir com recursos, conhecimento, tempo, liderança e outros requerimentos para a colaboração; o Impacto tem por objetivo construir práticas circulares mais conectadas e fortes nos sistemas com os diferentes atores; e o Aperfeiçoar visa engajar mais atores para que as pontes cresçam e se fortaleçam para garantir que nenhuma fragmentação ocorra durante o processo (HANEY *et al.*, 2019).

O *framework Circular Transition Indicators (CTI)* é uma metodologia para medir o desempenho da circularidade dos negócios baseado nos fluxos de materiais para reduzir o uso de matérias-primas e geração de resíduos, sendo empregadas sete etapas que compõem o ciclo do processo: 1. Escopo (determinar os limites); 2. Materialidade (selecionar os indicadores); 3. Coleta (identificar as fontes e coletar os dados); 4. Calcular (fazer os cálculos); 5. Analisar (interpretar os resultados e identificar as oportunidades); 6. Plano (desenvolver um plano de ação para oportunidades circulares); 7. Aplicar (lançar o plano de ação). Portanto, pode-se auxiliar a tomada de decisão interna e comunicação com os *stakeholders* para avaliar os riscos e oportunidades (WBCSD, 2019). A nova versão da metodologia inclui a avaliação dos impactos na redução das emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE), dois novos indicadores voltados para estratégias de extensão da vida útil e apoio à tomada de decisões e das ações (WBCSD, 2022).

Do mesmo modo que, as práticas desenvolvidas pela organização *Sustainable Apparel Coalition (SAC)* colaboram para a inserção dos conceitos da EC. No caso do Índice *Higg* (conjunto de ferramentas padronizadas de medição da cadeia de valor de empresas de todos os portes, desde o fornecimento de materiais ao uso final do produto). Através dos dados disponibilizados na plataforma calcula-se os riscos, os impactos ambientais, sociais e trabalhistas. Além de conectar os parceiros da cadeia de valor para acompanhar o progresso em relação aos consumidores, investidores e outras partes interessadas. Assim como, as iniciativas que envolvem questões sociais como *The Transparency Pledge*, a UNFCCC *(Fashion Industry Charter for Climate)*, o *Better Cotton Initiative (BCI)* que relaciona os atores que compõe a cadeia de valor em direção ao desenvolvimento sustentável do algodão, o *Better Work Program*, a *Initiative for Compliance and Sustainability* e a *Fair Wear Foundation* visam monitorar violações dos direitos humanos e más condições de trabalho (UNEP, 2021).

Como exemplo, a marca de moda H&M considerou práticas na cadeia de suprimentos para atingir metas sustentáveis como o uso de algodão orgânico, materiais reciclados (poliéster, poliamida, lã e plástico), integrando-se ao projeto *Better Cotton Initiative (BCI)*, ao programa de coleta de roupas usadas e em colaboração com o Fundo Mundial para a Natureza (WWF) para economia de recursos hídricos na cadeia produtiva têxtil e envio zero de resíduos em aterros sanitários (SHEN, 2014). Como resultado obtido, houve redução das emissões de

gases do efeito estufa, economia de água e energia, além de obtenção de certificações de organizações como a *Global Organic Textile Standard (GOTS)* e a *Global Recycling Standard* (SHEN, 2014).

Além disso, *The Circular Product Data Protocol* é um sistema global de identificação de produtos de vestuário, ou seja, um passaporte digital com acesso aos principais dados dos materiais empregados para que sejam reconhecidos, revendidos, reutilizados e reciclados. O objetivo do protocolo é compartilhar as informações de forma transparente e responsável sobre o ciclo de vida do produto e compartilhar entre as partes interessadas no ecossistema da moda. Dessa forma, o método de identificação no produto permite solucionar a questão dos diferentes tipos de materiais empregados através de códigos como *Quick Response code* (QR, código de resposta rápida), *Near Field Communication* (NFC, comunicação de campo próximo) e o *Radio Frequency Identification Devices* (RFID, dispositivos de identificação de radiofrequência) (JOUSTRA *et al.*, 2013; PÉREZ *et al.*, 2020).

Por fim, apoiado nas etapas estabelecidas para a dissertação quanto à explanação da integração da Economia Circular no contexto do setor têxtil, o capítulo a seguir consiste nos resultados e discussões originados a partir da análise dos materiais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

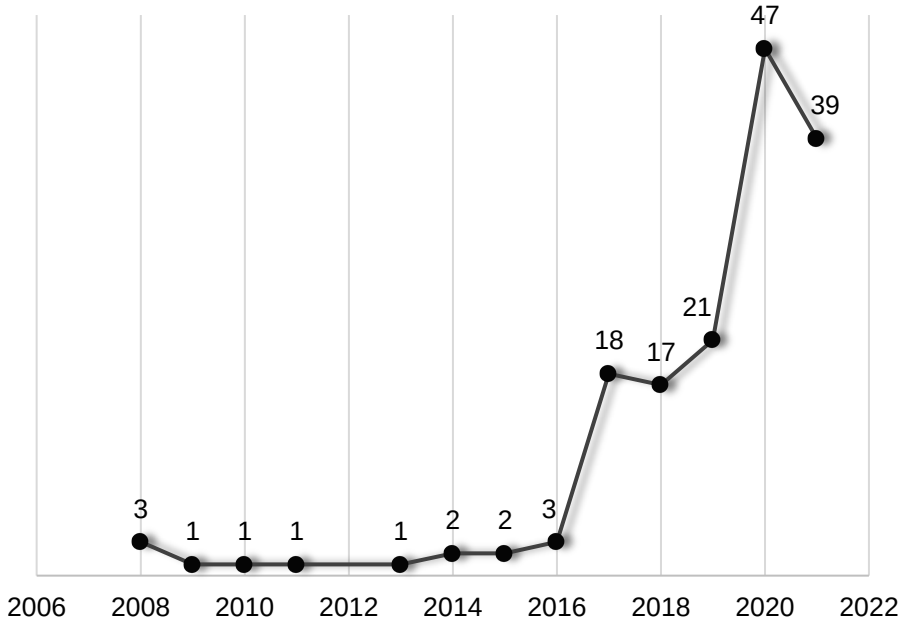
Este capítulo está dividido pelo subcapítulo 4.1 (Análise dos resultados da RBS), apresentando a quantidade de artigos publicados por ano, os países onde as pesquisas foram realizadas, os periódicos que os estudos foram mais publicados e os artigos mais citados. Além disso, foram identificados e classificados os procedimentos metodológicos e as práticas mencionadas.

Seguidamente, no subcapítulo 4.2 (Desenvolvimento do esboço da ferramenta “IntegraEC”), são apresentados o desenvolvimento, os passos e os respectivos métodos de aplicação da ferramenta. Posteriormente, o subcapítulo 4.3 (Discussões das práticas adotadas na “IntegraEC”), são abordadas as práticas e os indicadores que compõem a ferramenta conceitual. Por fim, o subcapítulo 4.4 (Resultados e análise dos dados coletados da pesquisa), apresenta e discute os dados coletados dos participantes da pesquisa e o subcapítulo 4.5 (Versão final da ferramenta IntegraEC), retrata a incorporação dos dados coletados para o aprimoramento da versão final da ferramenta.

4.1 ANÁLISES DOS RESULTADOS DA RBS

A análise e a interpretação dos resultados incluem as informações extraídas dos artigos da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) com o intuito de identificar tópicos e relações causais entre padrões de dados. A seguir, o Gráfico 1 ilustra a evolução na publicação dos artigos de acordo com os anos a partir de 2006 até 2021, ano no qual foi finalizada a RBS.

Gráfico 1 - Distribuição de artigos por ano de publicação



Fonte: A autora (2025).

Pode ser observado no Gráfico 1 que a partir do ano de 2017 houve um aumento substancial de artigos publicados em razão de um importante marco promovido pelo movimento *Fashion Revolution*, iniciado em 2013 devido ao desastre industrial de condições estruturais e de trabalho inadequadas do edifício Rana Plaza em Bangladesh, resultando em 1134 óbitos (VENKATESH *et al.*, 2020). Visto que a falta de condutas éticas e sustentáveis por efeito da produção rápida e linear da moda levou à investigação de direitos e condições de trabalho na cadeia produtiva (WARASTHE *et al.*, 2020).

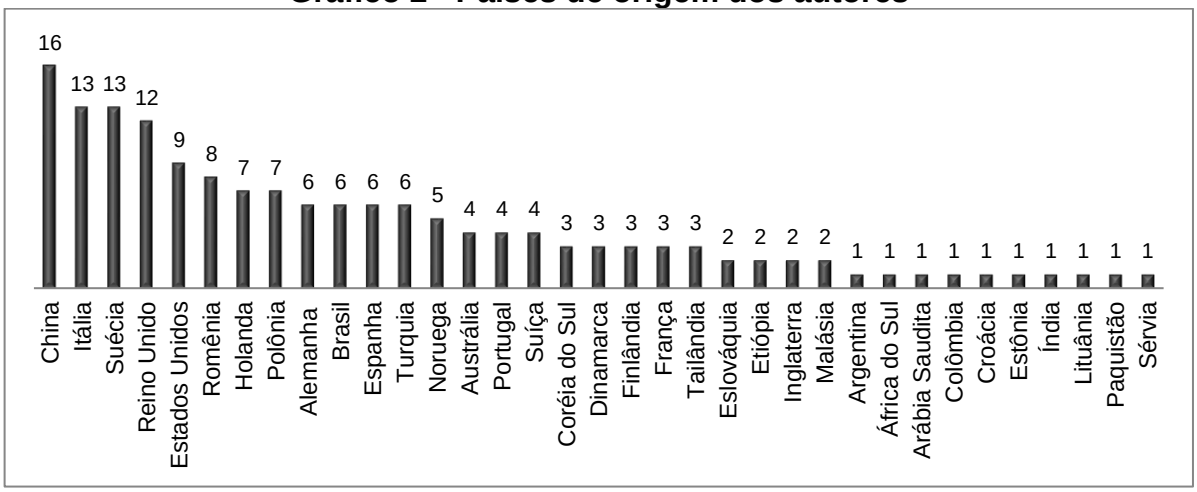
Além disso, o Gráfico 1 apresenta que 46,33% dos artigos foram publicados entre 2020 e 2021. Ademais, houve um aumento de aproximadamente 34,14% em relação ao ano de 2019, demonstrando a relevância do assunto atualmente, pois as crescentes discussões sobre a importância da adoção de práticas sustentáveis em indústrias têxteis e de vestuário ocorreu por efeito das mudanças climáticas, escassez de recursos naturais, aumento da população, produção em massa e consumo desenfreado (SAYGILI *et al.*, 2020), assim como devido às emissões de carbono, uso intensivo de água e pesticidas (SHEN, 2014), e problemas atrelados à poluição (HOLTSTRÖM *et al.*, 2019).

Ainda assim, são mencionados subconjuntos de impactos quanto às emissões acidificantes de óxido de nitrogênio (NO_x) e dióxido de enxofre (SO_2) que

contribuem para a destruição da camada de ozônio (STEINBERGER *et al.*, 2009). Além disso, a literatura apresenta que a indústria têxtil é considerada uma das indústrias com maior potencial de impactos negativos no âmbito ambiental e social (SIDERIUS; POLDNER, 2021; DAŇO *et al.*, 2020; BOTTANI *et al.*, 2019).

Os efeitos das atividades da produção têxtil sucedem em diversos países devido à dimensão global da cadeia de suprimentos (WYSOKIŃSKA, 2018). Assim, o Gráfico 2 expõe os países de origem dos primeiros autores dos artigos para visualizar o mapeamento da concentração dos estudos.

Gráfico 2 - Países de origem dos autores



Fonte: A autora (2025).

Conforme o Gráfico 2, pode ser observado que a nacionalidade dos autores provém principalmente de países como China, Itália, Suécia, Reino Unido e Estados Unidos. Visto que, de acordo com Pesce *et al.* (2020) o conceito da EC tem se tornado mais presente em discussões políticas, científicas e econômicas, sobretudo na China e na União Européia (UE). Do mesmo modo, como observado por Gil-Lamata *et al.* (2022) que a maior parte das pesquisas em Economia Circular e sustentabilidade são realizadas predominantemente em países europeus e asiáticos.

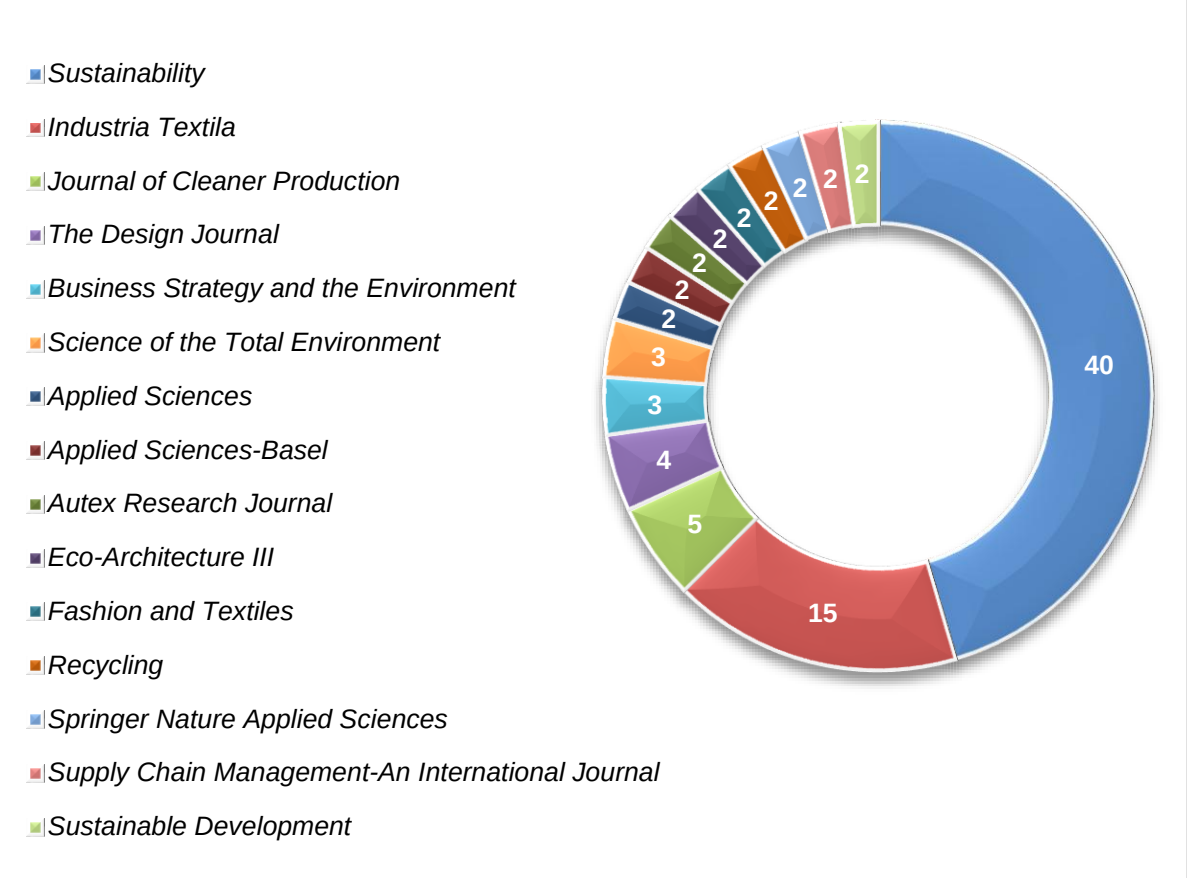
O que pode ser ratificado pelas medidas obrigatórias para a gestão e prevenção de resíduos dos Estados-membros da UE em relação à coleta seletiva de têxteis a fim de aumentar a taxa de reutilização e reciclagem de alta qualidade nos países. No entanto, o desempenho na gestão dos resíduos difere entre os países, uma vez que Daňo *et al.* (2020) identificaram que devido a complexidade e ausência de pesquisas relevantes no setor têxtil e a falta de ferramentas para implementar

modelos de negócios circulares na prática são fatores que contribuem para o desencorajamento da transição das indústrias para adoção da EC na Eslováquia.

Por outro lado, projetos voltados para a bioeconomia e EC na Polônia demonstram que as estratégias desenvolvidas entre centros de investigação, a esfera empresarial e iniciativas políticas contribuem com o desenvolvimento sustentável através da agricultura biológica inovadora e a indústria têxtil baseada no design inovador (WYSOKIŃSKA *et al*., 2018). Bem como, um estudo efetuado através da ACV em produtos do vestuário na França estabeleceu ações para reduzir a pegada de carbono como instalar uma matriz elétrica de baixo carbono, evitar produtos não vendidos, adotar o ecodesign e a EC para aumentar o valor dos produtos em fim de vida através da reutilização ou reciclagem (PAYET, 2021).

Além do mais, foram identificados os periódicos que publicaram ao menos dois artigos da RBS, conforme o Gráfico 3 a seguir.

Gráfico 3 - Levantamento dos periódicos da RBS



Fonte: A autora (2025).

Segundo o ranking *SJR - Scimago Journal Country Rank*, o periódico com maior frequência de publicação (cerca de 50% dos artigos) foi *Sustainability* com Índice H: 53, cujas pesquisas abordam tópicos sobre análise e desafios da sustentabilidade na cadeia de suprimentos, estratégias de abastecimento global, práticas de sustentabilidade e implementação de padrões sociais, coordenação de canais da cadeia, dentre outros.

Em decorrência à investigação sobre a EC e a sustentabilidade, Luján-Ornelas *et al.* (2020) constataram que a transparência e a rastreabilidade ao longo da cadeia de suprimentos são fundamentais para a transição do setor têxtil, sendo enfatizada a necessidade para a elaboração de estratégias e ferramentas que apoiam sobretudo as pequenas e médias empresas. Nesse sentido, a gestão da cadeia de suprimentos pode ser estruturada pelo nível do ator, social e da cadeia a fim de abarcar ações com outras partes interessadas da cadeia e da sociedade (MORANA; SEURING, 2011).

Dessa forma, as práticas de sustentabilidade identificadas por Warasthe *et al*. (2020) como pré-requisito se referem à estratégia orientada para a gestão e divulgação de relatório sobre o desempenho da sustentabilidade como diretriz corporativa, considerando os clientes como grupo de interesse e análise da posição geográfica dos fornecedores para impulsionar o desenvolvimento sustentável. À vista disso, a comunicação sobre a maturidade na gestão sustentável dos métodos e processos adotados pelas organizações contribui para a qualidade e integração de informações que pode advir de *drivers* internos ou entre as partes interessadas em detrimento da criação de valor e do impacto causado na cadeia de suprimentos (OLOFSSON *et al.*, 2020).

Do mesmo modo que, as estratégias adotadas pelas empresas como uso de materiais livres de produtos químicos nocivos e reciclados, melhor gestão dos recursos hídricos ao longo do ciclo de produção têxtil, economia de água e energia, divulgação e compartilhamento de informações com os fornecedores contribui para o estabelecimento de ações nos canais da cadeia de valor (SHEN, 2014). Assim como, a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) contribui com a redução de custos, mitigação de riscos, bem como a eficiência operacional, sendo que o tamanho da empresa pode afetar o desempenho (LI; WU, 2017).

Visto que, o gerenciamento da sustentabilidade em direção à EC depende da capacidade das organizações no que concerne a gestão, implementação e avaliação do desempenho em relação aos princípios da EC (PESCE *et al*., 2020). Por essa razão, é fundamental no domínio organizacional que os líderes promovam iniciativas e desenvolvimento de competências sustentáveis entre os colaborados para estimular o engajamento durante a adoção de práticas ambientalmente corretas na organização (PRIYANKARA *et al*., 2018).

Enquanto no periódico *Industria Textila* com Índice H: 14, foram publicados 15 artigos voltados para a reciclagem de resíduos de fibras de juta, transição da EC, gestão da cadeia de suprimentos, responsabilidade social corporativa, etc. Uma vez que, os estudos apresentam a necessidade de profundas mudanças nos modelos de produção e de consumo para possibilitar a transição da EC no setor têxtil e de vestuário. Pois, a transição bem-sucedida dos modelos de negócios alinhados com os princípios da EC depende de ações afirmativas que convergem para projetos circulares (STAICU, 2021).

Nesse caso, é mencionado na literatura o desenvolvimento de produtos com vida útil prolongada e as práticas como reutilização, manutenção e reciclagem (AVADANEI *et al.*, 2021). Do mesmo modo que, agregar a logística reversa contribui para a geração de valor aos produtos e, consequentemente, para a redução dos gastos (KÜÇÜK *et al.*, 2021).

Já no *Journal of Cleaner Production* com Índice H: 150, foram publicados 5 artigos com foco em modelos de negócios sustentáveis e escaláveis, ou seja, que devem corroborar com economias de escala para contribuir com um impacto positivo (MARTINA; OSKAM, 2021), assim como tópicos quanto à transição, práticas e efeito rebote da EC. Nesse sentido, para possibilitar a transformação do setor têxtil foram abordados alguns elementos-chave como a coordenação da cadeia e a contratação de mecanismos financeiros que contribuem para o fluxo circular dos materiais (FISCHER; PASCUCCI, 2017).

De acordo com Brydges (2021), as empresas suecas adotaram práticas para viabilizar a EC como uso de fibras naturais ao invés de tecidos mistos, avaliação do impacto ambiental nos processos produtivos, determinação de limite para a quantidade de produtos químicos usados durante o tingimento, estabelecimento de localidades próximas aos fornecedores de matérias-primas, desenvolvimento de produtos atemporais, ou seja, que transcendem as tendências da moda.

Para isso, o processo de tomada de decisão para estabelecer objetivos apoiados pelas análises das etapas da cadeia têxtil pode ser apoiado através do desenvolvimento de uma matriz de inventário que integra a pegada de carbono, água e energia (RESTA *et al.*, 2016). No entanto, uma das hipóteses que os modelos de negócios circulares não conseguem escalar diz respeito à probabilidade reduzida em substituir os modelos de negócios dominantes e insustentáveis atualmente devido à redução do capital investido (PAL; GANDER, 2018).

O *Design Journal* com Índice H: 19, integra 4 artigos relacionados ao pensamento do ciclo de vida na etapa de design, prática de reciclagem e design sustentável como ferramenta estratégica para viabilizar a EC. Ræbild; Bang (2017) desenvolveram uma diretriz para a construção de coleções de moda através de estratégias como o pensamento do ciclo de vida e a abordagem de design circular para um sistema de serviço de produto que possibilita a agilidade em identificar o produto. Nesse sentido, Earley (2017) propõe práticas para aumentar o ciclo de vida dos produtos por meio de manutenção e reparo, assim como para a importância do

desenvolvimento do design de produto voltado para o serviço que resultaria em uma mudança significativa no comportamento dos usuários.

Para isso, a abordagem de design aberto em uma perspectiva da EC tem como premissa a criação de modelos e sistemas de produção circulares no setor têxtil baseado na teoria da distribuição de conhecimento e informações para possibilitar o fluxo de materiais e estratégias de projetos sustentáveis (SMITH *et al*., 2017).

No *Business Strategy and the Environment* foram publicados 3 artigos voltados para a gestão e colaboração nas cadeias de abastecimento e ferramentas para a implementação de ecoinovação em direção à EC. Na China, a colaboração dentro da cadeia de suprimentos para estimular a ecoinovação nos processos e produtos deve-se principalmente por pressões institucionais, assim como o envolvimento das partes interessadas como comunidades e ONGs para monitorar o desempenho ambiental corporativo dos negócios (HOFMAN *et al*., 2020).

Visto que, a ausência de legislação para uma EC eficiente, responsabilidades para os fabricantes e fornecedores e falta de apoio governamental são as barreiras que impedem a transição das empresas para uma EC (KAZANCOGLU *et al*., 2020). Tal como identificado por Salo *et al.* (2020) no contexto do setor têxtil dinamarquês, as principais barreiras estão associadas à indisponibilidade de informações confiáveis, a falta de dados técnicos para avaliar a implementação de ações de forma objetiva e ausência de alternativas para soluções criativas. Desse modo, a adoção de ferramentas de ecodesign pode ser um primeiro passo para impulsionar a transição de modelos de negócios em direção ao desenvolvimento sustentável (SALO *et al.*, 2020).

Portanto, a identificação das principais barreiras que as empresas têxteis se deparam colaborou para identificar as práticas e estratégicas que podem corroborar com a transição dos modelos de negócios em direção à circularidade do setor. Seguidamente, a Tabela 5 apresenta os 15 artigos mais citados da RBS de acordo com a quantidade de citações em forma decrescente.

Tabela 5 - Os 15 artigos mais citados

Título	Referência	Periódico	Citações
Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment	HENRY *et al*. (2018)	*Science of the Total Environment*	108
Sustainable Fashion Supply Chain: Lessons from H&M	SHEN (2014)	*Sustainability*	97
Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry	FISCHER; PASCUCCI (2017)	*Journal of Cleaner Production*	79
Innovative and sustainable business models in the fashion industry: Entrepreneurial drivers, opportunities, and challenges	TODESCHINI *et al*. (2017)	*Business Horizons*	79
A spatially explicit life cycle inventory of the global textile chain	STEINBERGER *et al.* (2009)	*International Journal Life Cycle Assess*	57
Toward an systemic navigation framework to integrate sustainable development into the company	ZHANG *et al*. (2013)	*Journal of Cleaner Production*	53
Strategic approaches to sustainability in fashion supply chain management	MACCHION *et al.* (2017)	*Production, Planning & Control*	46
Modelling environmental value: An examination of sustainable business models within the fashion industry	PAL; GANDER (2018)	*Journal of Cleaner Production*	45
Impacts of Returning Unsold Products in Retail Outsourcing Fashion Supply Chain: A Sustainability Analysis	SHEN; LI (2015)	*Sustainability*	44
Blockchain Enhanced Emission Trading Framework in Fashion Apparel Manufacturing Industry	FU *et al*. (2018)	*Sustainability*	42
Circular Economy - Challenges for the textile and clothing industry	KOSZEWSKA (2018)	*Autex Research Journal*	36
Industrial textile recycling and reuse in Brazil: Case study and considerations concerning the circular economy	AMARAL *et al.* (2018)	Gestão & Produção	36
Second-life retailing: a reverse supply chain perspective	BEH *et al.* (2016)	*Supply Chain Management - An International Journal*	30
Implementing Socially Sustainable Practices in Challenging Institutional Contexts: Building Theory from Seven Developing Country Supplier Cases	HUQ; STEVENSON (2020)	*Journal of Business Ethics*	28
A Three Level Framework for Closed-Loop Supply Chain Management-Linking Society, Chain and Actor Level	MORANA; SEURING (2011)	*Sustainability*	22

Fonte: A autora (2025).

De acordo com a Tabela 5, os artigos mais citados foram de Henry *et al.* (2019) com 108 citações que trata sobre os riscos e impactos ambientais nos sistemas ecológicos e na saúde humana devido à contaminação pela liberação de tecidos compostos por microfibras; Shen (2014) com 97 citações realizou a análise

em uma cadeia de suprimentos de moda sustentável; Fischer; Pascucci (2017) com 79 citações identificaram situações estratégicas para os atores gerenciarem as colaborações entre organizações que estão passando pela transição para a EC.

Todeschini *et al.* (2017) com 79 citações, investigaram modelos de negócios inovadores e sustentáveis; Steinberger *et al.* (2009) com 57 citações, realizaram uma avaliação do ciclo de vida na fase de produção de países emergentes como China e Índia, considerando a dimensão espacial (fatores locais), nível do produto e composição do inventário (análise de emissões e consumo de energia); e Zhang *et al.* (2013) com 53 citações, propuseram um sistema de navegação composto por módulos estratégico, tático e operacional para integração da sustentabilidade na empresa. Assim como, pode ser observado que no período de publicação que compreende os anos de 2009 a 2020, quatro desses foram publicados pela revista *Sustainability* e três pela *Journal of Cleaner Production.*

Além do mais, foram identificados os procedimentos metodológicos e o levantamento pela quantidade das práticas mencionadas nos estudos, sendo representado por “n”, conforme ilustradas na Tabela 6 e Tabela 7, respectivamente.

Tabela 6 - Natureza metodológica

Procedimentos Metodológicos		n
Método	Indutivo	4
	Bola de neve	3
Tipologia do objetivo de pesquisa	Estudo de caso descritivo	29
	Estudo de caso experimental	41
	Estudo de caso explicativo	34
	Estudo de caso exploratório múltiplo	2
Procedimento técnico	Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS)	10
	Revisão da literatura	10

Fonte: A autora (2025).

É possível observar na Tabela 6 que a maior parte dos estudos utilizou como método de pesquisa estudos de casos dentre os níveis: ‘experimental’ que compreende a análise de objetos de estudo designados a variáveis a fim de obter resultados produzidos sob condições controladas; ‘explicativo’ cujos fatores que provocam ou contribuem para ocorrência de fenômenos analisados; ‘descritivo’

busca definir as características de uma população ou evento para identificar variáveis que se relacionam através da coleta de dados (GIL, 2008); e o estudo de caso ‘exploratório múltiplo’ visa à elaboração de uma explicação generalizada dos detalhes para mais de um caso analisado (YIN, 2003).

No método indutivo a coleta e a análise de dados particulares sucedem a generalização do trabalho como produto a partir da observação de casos que possam fundamentar a realidade (GIL, 2008). Quanto ao método de amostragem bola de neve consiste no uso de redes cujos participantes selecionados para integrar o grupo durante a pesquisa convidam novos participantes até que o número estimado para a amostra seja atingido (ZVER; VUKASOVIĆ, 2021).

Em seguida, foram identificadas as práticas mencionadas pelos autores, conforme a Tabela 7.

Tabela 7 - Práticas mencionadas nos estudos

n	Prática	Descrição	Referência
12	Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	Técnica de avaliação para contabilizar os potenciais impactos em relação a um produto.	IVANOVIC *et al.* (2021); LENZO *et al.* (2018); MOAZZEM *et al.* (2021); PAYET (2021); HAUSCHILD *et al.* (2018); WIEDEMANN *et al.* (2020); REYES *et al*. (2020); HENRY *et al*. (2019);JOHNSON; PLEPYS (2021); MARTIN; HERLAAR (2021); CHEN *et al*. (2021); KLEPP *et al*. (2020)
1	*Teksajo*	Ferramenta de ecodesign voltada para o setor têxtil com base em ACV (permite calcular o impacto ambiental de diversos produtos têxteis).	REYES *et al*. (2020)
1	Aplicação de Ecodesign e Ecoinovação	O ecodesign integra aspectos ambientais no design de produtos e processos para reduzir os impactos ambientais, enquanto a ecoinovação está ligada a soluções não tecnológicas.	SALO *et al.* (2020)
1	Canvas	Estrutura para desenvolver modelos de negócios que permite analisar e compreender as interfaces entre as diferentes partes de um negócio, incluindo o meio ambiente, custos e clientes.	BEH *et al.* (2016)

2	Ferramenta ICP-OES (iCAP 7000, *Thermo Fisher Scientific* Inc.)	Ferramenta para análise elementar de íons Cr por espectrometria de emissão óptica de plasma acoplado.	KWON *et al.* (2021); KOMATSU *et al.* (2021)
1	Ferramenta *Micrometrics TriStar* 3000	Ferramenta para medição da adsorção de nitrogênio.	PALME *et al.* (2014)
1	Fotômetro 8000 - modelo *Palintest* 8000	Instrumento para analisar a cor e nível de turvação da água.	DADI *et al.* (2017)
2	Índice *Higg*: *Design & Development Module* (DDM) e *Materials Sustainability Index* (MSI)	O Índice *Higg* é um conjunto de ferramentas desenvolvido pela *Sustainable Apparel Coalition* (SAC) para cada etapa da cadeia de suprimentos. O MSI é uma ferramenta de pontuação para avaliar os impactos de um material desde a extração ou produção de matérias-primas até o material produzido (berço ao portão). O DDM capacita designers e desenvolvedores de produtos a fazer escolhas sustentáveis como parte do processo de design.	LAITALA *et al.* (2018); SALAS-MOLINA *et al*. (2020)
1	Instrumento ISOMET 2104	Instrumento para analisar a resposta térmica do material a um impulso do fluxo de calor gerado pela resistência elétrica de uma sonda em contato com a superfície da amostra.	RUBINO *et al*. (2021)
1	Instrumento SDT Q600 V20.9 *Build* 20	Instrumento para caracterizar a morfologia do lodo têxtil.	RUBINO *et al*. (2021)
1	Pensamento do Ciclo de Vida	O pensamento do ciclo de vida estabelece um nível de compreensão do ciclo de vida do produto durante o desenvolvimento, permitindo vincular atributos de materiais específicos aos conceitos do design.	GOLDSWORTHY; ELLAMS (2019)
1	*Material-Driven Textile Design* (MDTD)	Método para desenvolvimento de pesquisas em design de compósitos têxteis com celulose regenerada obtida a partir de resíduos têxteis.	RIBUL *et al.* (2021)
1	Software MARKA	Ferramenta para desenvolvimento de modelagem de vestuário usado para criar padrões.	PEREZ *et al.* (2020)
1	Software *Modaris* (modelagem 2D)	Ferramenta para auxiliar o desenvolvimento de produtos que permite organizar, armazenar e recuperar informações sobre a modelagem das roupas.	AVADANEI *et al.* (2021)

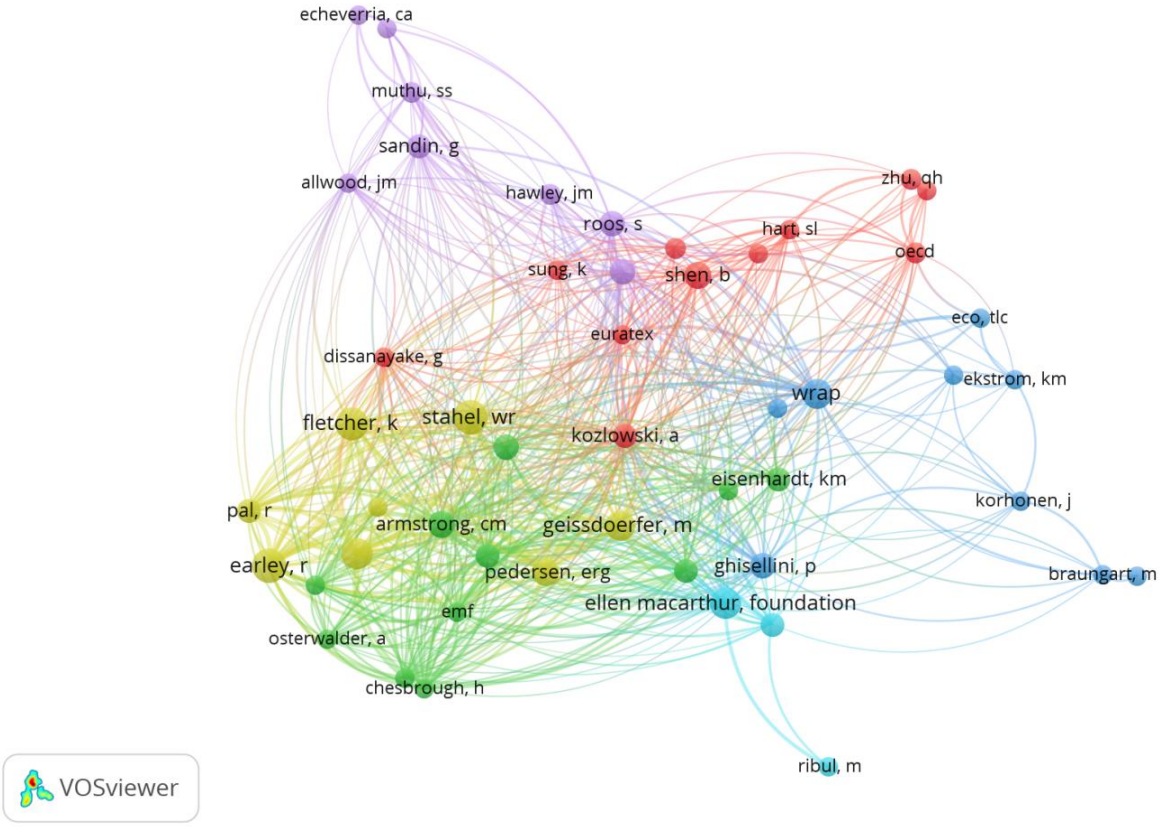
1	Software *STAN*	Ferramenta para analisar materiais de resíduos têxteis, ajuda a identificar fluxos de entrada e exportação, demonstrar processos de produção e possíveis cenários de gestão de resíduos e limites de pontuação definidos.	RAPSIKEVIČIENĖ *et al.* (2019)
1	Técnica *Maklab*	Ferramenta para prototipagem digital de impressão 3D, impressão digital em têxteis, bordado digital e corte a laser.	SMITH *et al.* (2017)
1	*Value Hill*	Estratégia circular que fornece uma visão geral dos parceiros e colaborações essenciais para o sucesso de uma rede circular de valor.	SIDERIUS; POLDNER (2017)

Fonte: A autora (2025).

Segundo a Tabela 7, pode ser notado que a prática mais usada é a técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), seguido pelo índice de sustentabilidade *Higg*. Dentre as ferramentas com finalidade para análise ambiental, podem ser consideradas a *teksajo*, ecodesign, ecoinovação, *MDTD*, software *STAN* e a ferramenta *Value Hill*. As demais práticas e indicadores identificados nos estudos que foram incluídos na ferramenta IntegraEC podem ser consultados respectivamente nos Apêndices D e E.

Na análise bibliométrica, foram selecionados 1671 autores, considerando ao menos quatro co-citações por autor, sendo que 50 autores foram selecionados ocasionando 582 conexões entre si, conforme ilustrado na Figura 8.

Figura 8 - Mapeamento dos autores



Fonte: A autora (2025).

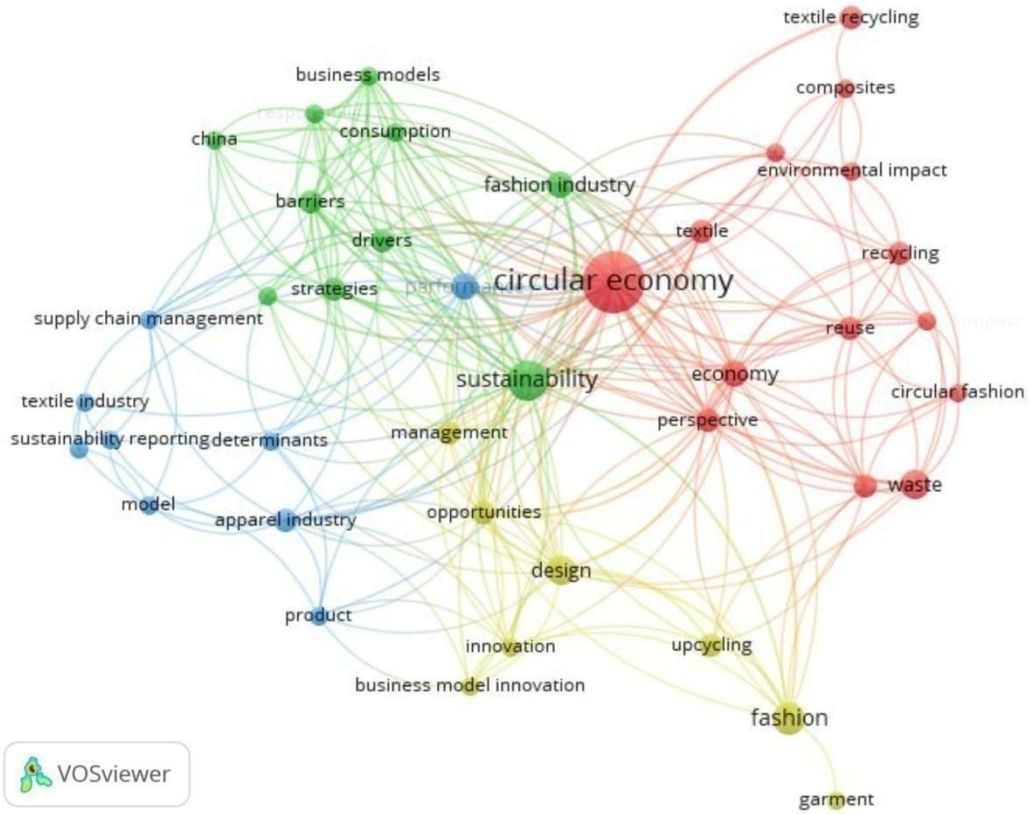
Os autores com mais conexões e os principais tópicos abordados nos trabalhos são: Earley, R. com foco em design circular (12 co-citações), Stahel, W. em Economia Circular (12 co-citações), Fletcher, K. em têxteis e moda sustentável (11 co-citações), Bocken, N. em Economia Circular (10 co-citações), Ellen MacArthur Foundation (EMF) em Economia Circular (10 co-citações) e Geissdoerfer, M. em Economia Circular (9 co-citações). Além do mais, pode ser observada na Figura 8 a concentração de cinco *clusters* (grupos) os quais apresentam os autores que tratam sobre conceitos semelhantes.

Com base nos tópicos abordados pelos autores, o *cluster* amarelo contém seis dos autores mais citados que investigam sobre modelos de negócios circulares, design circular, EC, têxteis e moda sustentável; no *cluster* verde é identificada a predominância de abordagens como modelos de negócios inovadores e sustentáveis, moda sustentável, EC e cadeia de suprimentos sustentável; o *cluster* azul concentra tópicos como resíduos, reciclagem e reuso de têxteis, EC, *cradle-to-cradle*, gestão da cadeia de suprimentos sustentável, processos de design, produção e consumo sustentável; o *cluster* vermelho está direcionado para tópicos

como negócios de *upcycling*, gestão da cadeia de suprimentos sustentável, EC, têxteis e moda sustentável; por fim, o *cluster* roxo integra temas sobre resíduos têxteis, cadeia de suprimentos sustentável, têxteis e moda sustentável. Além do mais, foi constatado que ao menos dois tópicos (Economia Circular e Gestão da Cadeia de Suprimentos Sustentável) estão presentes em todos os *clusters*, podendo-se levar em consideração que a discussão dos trabalhos desenvolvidos pelos autores demonstra a concatenação entre as ideias direcionadas para a sustentabilidade.

Posteriormente, realizou-se uma análise bibliométrica para o mapeamento das palavras-chave nos mesmos artigos para identificar as conexões e as tendências de pesquisa, conforme ilustrado na Figura 9. Foram selecionadas 228 palavras-chave, considerando ao menos duas co-ocorrências por palavra, consistindo em 41 palavras-chave selecionadas.

Figura 9 - Mapeamento das palavras-chave



Fonte: A autora (2025).

De acordo com a Figura 9, as palavras-chave que são empregadas com frequência nos artigos estão Economia Circular (21 ocorrências) (LAITALA *et al.*, 2018; PAL; GANDER, 2018; NETO *et al.*, 2020; WARASTHE *et al.*, 2020; ONCIOIU *et al.*, 2021), sustentabilidade (9 ocorrências) (YANG; HA-BROOKSHIRE, 2019; SAYGILI *et al.*, 2020; LUJÁN-ORNELAS *et al.*, 2020; SHEN; LI, 2015), moda (6 ocorrências) (SHANCHIS-SEBASTIÁ *et al.*, 2021; GIORDANO *et al.*, 2020; ADAM, 2018; RÆBILD; BANG, 2017), design (5 ocorrências) (KARELL; NIINIMÄKI, 2019; WANG; SHEN, 2017, GOLDSWORTHY; ELLAMS, 2019; HAN *et al.*, 2017) e resíduo (5 ocorrências) (ERDOGAN *et al.*, 2019; RUBINO *et al.*, 2021; BRYDGES, 2021; SHIRVANIMOGHADDAM *et al.*, 2020). Além disso, pode ser observado que os quatro *clusters* representam as interligações entre as principais palavras-chave.

No caso do *cluster* vermelho fica evidente a relevância do tema da Economia Circular que está diretamente ligada com as palavras reciclagem têxtil, compósitos, impacto ambiental, têxteis, reuso, economia, perspectiva, moda circular e resíduos; o *cluster* verde apresenta as palavras sustentabilidade coligada à modelos de negócios, consumo, responsabilidade, indústria da moda, China, barreiras, condutores e estratégias; o *cluster* azul é representado pelas palavras desempenho conectado por gestão da cadeia de suprimentos, indústria têxtil, sustentabilidade, determinantes, modelo, indústria do vestuário e produto; enfim, o *cluster* amarelo destaca os termos design que está atrelado à gestão, oportunidades, inovação, modelo de negócio inovador, *upcycling*, moda e vestuário. Nesse caso, a análise bibliométrica das palavras-chave demonstra a força da conexão entre a Economia Circular em relação às palavras sustentabilidade, perspectiva, economia, têxtil, indústria de moda e desempenho.

Em síntese, os resultados da análise bibliométrica dos estudos de caso contribuíram para fundamentar o escopo da ferramenta IntegraEC a partir dos dados documentados nos artigos da RBS. Tal como, foram identificadas parte das práticas e indicadores incorporados na ferramenta conceitual. Consistindo, assim, em uma elaboração lógica do raciocínio, levando-se em consideração o conceito e os princípios da Economia Circular.

A seguir, o próximo subcapítulo apresenta o desenvolvimento do esboço da ferramenta, abordando os passos e o método de aplicação da mesma.

4.2 DESENVOLVIMENTO DO ESBOÇO DA FERRAMENTA “INTEGRAEC”

Esse subcapítulo elucida o desenvolvimento teórico para o esboço da ferramenta conceitual de acordo com os procedimentos metodológicos e os temas abordados na fundamentação teórica.

A princípio, o objetivo da IntegraEC é auxiliar as empresas no processo de tomada de decisão para adoção de práticas que visam tornar o modelo de negócio mais circular a fim de colaborar com a melhoria dos processos e das atividades operacionais, assim como possibilitar a redução de desperdícios e impactos negativos em uma perspectiva da Economia Circular. Desse modo, a ferramenta se destina a pessoas encarregadas pela implementação de ações na empresa como gestores ou responsáveis pela produção.

A ferramenta “IntegraEC” possui uma estrutura de autoavaliação com base nas ações desempenhadas nos processos operacionais das empresas da cadeia de valor têxtil. Dessa forma, a ferramenta IntegraEC pretende contribuir para:

• Conscientizar os colaboradores da empresa sobre a importância do conceito e dos benefícios da Economia Circular para gerar engajamento durante o processo de transição;

• Identificar o nível de maturidade da circularidade da empresa;

• Identificar o gargalo na etapa operacional a ser priorizado;

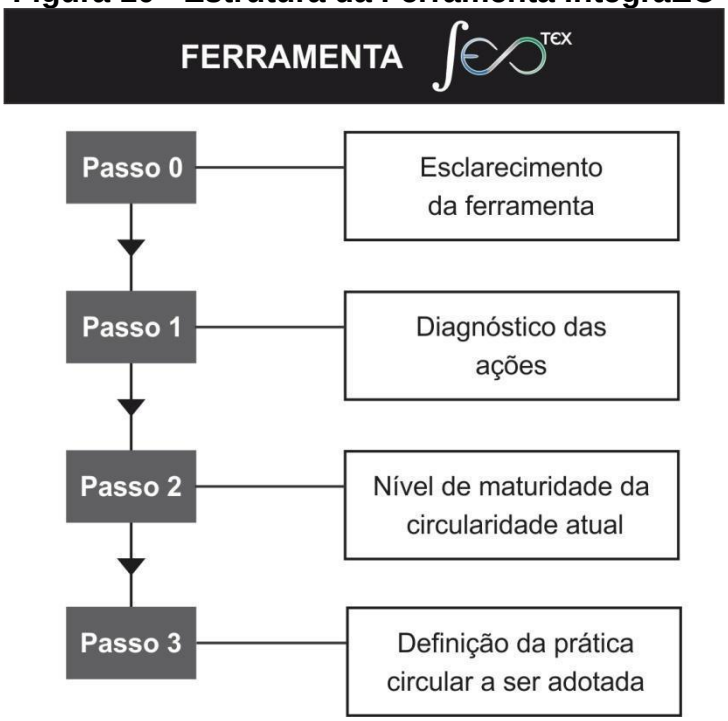
• Permitir acesso rápido a informações sobre as práticas que auxiliam a integração da Economia Circular no setor têxtil;

• Apoiar o processo de tomada de decisão para o estabelecimento de um plano de ação em direção à melhoria das etapas produtivas;

• Possibilidade de agregar valor aos produtos e aos serviços.

A IntegraEC é composta por três passos principais, sendo consideradas as atividades que ocorrem nas fases produtivas, quais sejam: design, fiação, tecimento, beneficiamento/acabamento, confecção, consumo e gestão de resíduos para analisar o nível de maturidade da circularidade atual para amparar a escolha da prática que poderá ser integrada no processo produtivo, conforme ilustrado pela Figura 10 a estrutura e os passos da ferramenta IntegraEC.

Figura 10 - Estrutura da Ferramenta IntegraEC



Fonte: A autora (2025).

Conforme ilustrado na Figura 10, para representar o logotipo da IntegraEC adotou-se o símbolo de uma integral "∫", a sigla "EC" (Economia Circular) elevado à sigla "tex" que está relacionada com a numeração dos tamanhos dos fios para representar o foco no setor têxtil e demonstrar o escopo que a ferramenta visa atender, isto é, integrar a Economia Circular no setor têxtil. Desse modo, o símbolo de um infinito faz alusão ao sistema no qual os materiais e produtos permanecem dentro de um circuito fechado ao longo do ciclo de vida. Quanto às cores do logotipo, o azul representa o ciclo técnico e o verde representa o ciclo biológico.

4.2.1 Passo 0 (Esclarecimento da ferramenta)

Primeiramente, no Passo 0 é realizada a apresentação do conceito da Economia Circular e da ferramenta IntegraEC, sendo definido a seguir:

"A economia circular busca ressignificar o conceito de resíduos e desperdícios através de práticas para restaurar ou regenerar os materiais e componentes dos produtos. Nesse sentido, é importante levar em consideração o progresso sentido a

um fluxo contínuo dos materiais e a redução gradual dos resíduos para que retornem à cadeia produtiva como insumos ou materiais de segunda vida através do uso de fontes de energia renováveis” (EMF, 2017).

Os três princípios que constitui a economia circular são:

1. Eliminar os resíduos e a poluição.
2. Circular produtos e materiais.
3. Regenerar os sistemas naturais.

Em seguida, apresentam-se as informações para realizar a identificação da situação atual da empresa através da coleta de dados quantitativos em uma lista não exaustiva para verificação das ações (diagnóstico) de acordo com as etapas produtivas que estão relacionadas com os processos para o desenvolvimento dos produtos. A seleção dos itens foi baseada nos estudos que contemplaram os princípios da Economia Circular, conforme a Fundação Ellen MacArthur (2017); a norma BSI 8001: 2017 e os artigos selecionados na RBS que encontram-se na Tabela 9.

Desse modo, é importante a inclusão de todos os colaboradores durante a apresentação do conceito e dos princípios da EC para demonstrar como as suas atividades podem afetar o processo de transição para um modelo mais circular. Uma vez que o compartilhamento verticalizado das informações, ou seja, entre os colaborados de diferentes departamentos promove o engajamento. Assim, deve ser escolhido(a) um(a) responsável pela tomada de decisão para orientar os passos seguintes em relação ao esclarecimento dos níveis de maturidade e o objetivo que a ferramenta IntegraEC visa atender. No caso das empresas de menor porte que não possuem um(a) responsável direcionado(a) à tomada de decisão pode ser realizado por aqueles que estão em contato direto com a gestão das operações.

4.2.2 Passo 1 (Diagnóstico das ações)

No passo 1 é efetuada a avaliação das ações realizadas internamente e externamente durante o desenvolvimento dos produtos e materiais pelas etapas da cadeia de valor têxtil. Desse modo, o diagnóstico das ações auxilia o processo de identificação das potenciais lacunas e eventuais problemas provindos da etapa operacional a ser priorizada.

Para isso, o(a) responsável é convidado(a) a responder a um questionário, conforme ilustrado na Tabela 8, selecionando a resposta que mais se aproxima com a realidade da empresa. Para as respostas são atribuídas pontuações de acordo com a escala de *Likert* de cinco pontos, sendo:

1: Discordo totalmente/sem importância

2: Discordo parcialmente/pouco importante

3: Indeciso(a)/razoavelmente importante

4: Concordo parcialmente/importante

5: Concordo totalmente/muito importante

Tabela 8 - Lista de verificação das ações

Etapa	Sigla	Likert (1-5)	Ações	Referência
Design (De)	**De001**		A empresa aplica o conceito e os princípios da Economia Circular.	BSI (2017)
	De002		A empresa mantém uma lista com todos os materiais e componentes usados na produção.	BSI (2017)
	De003		A empresa usa materiais de origem sustentável/orgânica.	PINHEIRO (2020)
	De004		Existe redução no uso de materiais sintéticos.	PINHEIRO (2020)
	De005		Há reutilização de resíduos têxteis/materiais de segunda vida para a produção de materiais.	PINHEIRO (2020)
	De006		Há redução/mitigação de produtos tóxicos nos materiais.	EMF (2017)
	De007		A empresa considera estratégias como reutilização e reciclagem no desenvolvimento do produto.	PINHEIRO (2020); KAREL; NIINIMÄKI (2019)
	De008		A empresa considera técnicas para extensão da vida útil do material/produto.	EMF (2017); KAREL; NIINIMÄKI (2019)
	De009		Há planejamento da coleta e distribuição dos produtos e materiais que serão reciclados ou reutilizados.	NETO *et al.* (2020)
	De010		É discutida a inovação nos processos e no desenvolvimento dos produtos.	PINHEIRO (2020)
	De011		A empresa incentiva ações para a saúde dos colaboradores.	PINHEIRO (2020)
	De012		Existe parceria com fornecedores que trabalham dentro dos critérios de sustentabilidade.	PINHEIRO (2020)
	De013		A empresa considera a redução da geração de resíduos.	NETO *et al.* (2020)
Fiação (Fi)	**Fi001**		A empresa evita os desperdícios durante a fabricação (fiação).	BSI (2017)
	Fi002		É exigido dos fornecedores informações sobre os produtos químicos presentes nos produtos e materiais.	BSI (2017)
	Fi003		A empresa usa energias renováveis.	EMF (2017)
	Fi004		Há redução no uso de materiais sintéticos e produtos químicos.	LAITALA *et al.* (2018)
	Fi005		Existe redução da geração de resíduos (cascas, fibras, fios e cones).	LAITALA *et al.* (2018); NETO *et al.* (2020)

	Fi006		Existe uso eficiente de água.	NETO *et al.* (2020)
	Fi007		Há redução no consumo de energia.	GÖNLÜGÜR (2019); KUMAR *et al.* (2022)
	Fi008		Há redução das emissões atmosféricas e de ruídos.	NETO *et al.* (2020)
	Fi009		As barreiras financeiras impedem que as mudanças em direção à sustentabilidade ocorram nos processos produtivos.	PINHEIRO (2020)
Tecimento (Te)	**Te001**		A empresa usa energias renováveis.	SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020)
	Te002		Há substituição de corantes químicos por corantes naturais (caso seja uma etapa terceirizada).	SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020)
	Te003		A empresa respeita o limite local de efluentes tratados.	WIEDEMANN *et al.* (2020); KUMAR *et al*. (2022)
	Te004		Existe uso eficiente de água e conservação da água.	NETO *et al*. (2020); KUMAR *et al.* (2022)
	Te005		Há redução das emissões atmosféricas e de ruídos.	KUMAR *et al.* (2022)
	Te006		Há redução do uso de produtos químicos tóxicos.	KUMAR *et al.* (2022)
Beneficiamento/ acabamento (Be)	**Be001**		Existe gestão de risco do armazenamento de gás GLP.	KUMAR *et al.* (2022)
	Be002		São fornecidas informações sobre a composição dos ingredientes químicos nos materiais e produtos.	KAREL; NIINIMÄKI (2019)
	Be003		Há redução das emissões atmosféricas e de ruídos.	KUMAR *et al*. (2022)
	Be004		Existe uso eficiente de água.	NETO *et al.* (2020)
	Be005		Há redução de resíduos (óleos, pastas, telas, embalagens, etc.).	NETO *et al.* (2020)
	Be006		Há redução da quantidade de produtos químicos no processamento químico têxtil (caso seja uma etapa terceirizada).	COSTA *et al.* (2020); KOSZEWSKA (2018)
Confecção (Co)	**Co001**		A empresa estimula a conscientização ambiental entre os colaboradores e fornecedores.	ENES; KIPÖZ (2019)
	Co002		São aplicadas medidas para reduzir o desperdício de material durante o corte e confecção de produtos.	ENES; KIPÖZ (2019)
	Co003		A empresa usa métodos alternativos para a gestão de resíduos têxteis (redução, reutilização e reciclagem).	ENES; KIPÖZ (2019)
	Co004		As embalagens utilizadas possuem o mínimo de volume e peso, mas que garante o nível de segurança do produto embalado.	CĂRPUȘ *et al.* (2020)
	Co005		Há redução das emissões atmosféricas.	NETO *et al.* (2020)
	Co006		Existe uso eficiente de água.	NETO *et al.* (2020)
	Co007		A empresa usa energias renováveis.	SHIRVANIMOGHADDAM *et al*. (2020)
	Co008		Há redução da geração de resíduos sólidos (retalhos e embalagens).	NETO *et al.* (2020)
Consumo (Cn)	**Cn001**		São realizadas pesquisas quanto ao comportamento dos consumidores.	PINHEIRO (2020)
	Cn002		São fornecidas informações acessíveis aos usuários sobre a composição dos ingredientes químicos nos materiais e produtos.	BSI (2017)

	Cn003		A empresa se preocupa em orientar os consumidores sobre os cuidados com os produtos, redução do consumo de água e energia na fase de uso.	PINHEIRO (2020)
	Cn004		A empresa conhece seus consumidores e as expectativas em relação à qualidade e durabilidade dos produtos.	PINHEIRO (2020)
	Cn005		Os consumidores solicitam transparência, práticas e produtos sustentáveis.	PINHEIRO (2020)
	Cn006		A logística reversa faz parte do negócio para otimizar a coleta e a redistribuição de produtos e materiais.	BSI (2017); HOWARD *et al.* (2022)
Gestão de Resíduos (recuperação) (Gr)	**Gr001**		A empresa realiza recuperação dos resíduos como fonte de valor.	HOWARD *et al.* (2022)
	Gr002		A empresa executa programas de coleta local de produtos pós-consumo.	BSI (2017)
	Gr003		A empresa tem conhecimento da destinação dos produtos pós-consumo.	BSI (2017)
	Gr004		É considerada a automação da triagem manual de materiais recicláveis/reutilizáveis.	KAREL; NIINIMÄKI (2019)
	Gr005		Os resíduos são reciclados e recuperados para decomposição ou compostagem segura.	CĂRPUȘ *et al.* (2020)
	Gr006		Existe parceria com empresas especializadas em coleta de resíduos têxteis.	PINHEIRO (2020)
	Gr007		Os resíduos não perigosos que não podem mais ser recuperados são destinados para usinas de biogás para geração de eletricidade.	BSI (2017)
	Gr008		Os resíduos têxteis são revendidos para outras empresas.	PINHEIRO (2020)
	Gr009		Há redução da geração de resíduos sólidos (têxteis, embalagens, mistura de materiais limpos e contaminados).	EMF (2017)
	Gr010		Há redução do envio de rejeitos têxteis para aterros sanitários ou incineração.	EMF (2017)
	Gr011		Há redução das emissões de gases de efeito estufa e produtos químicos tóxicos.	KWON *et al.* (2021)

As ações apresentadas na Tabela 8 que compõe as etapas operacionais permitem coletar dados através da atribuição dos pontos da escala de *Likert* para identificar as ações existentes na empresa. O objetivo do diagnóstico das ações é garantir uma visão abrangente à empresa, possibilitando a assimilação com os princípios da Economia Circular.

Além disso, as ações com as menores pontuações podem ser indicativos de gargalos e/ou oportunidades de melhorias para a etapa que será priorizada a integrar a prática durante a transição. A lista pode ser utilizada por empresas que integram todas as etapas da cadeia produtiva, assim como aquelas que terceirizam algumas etapas. Visto que, através do questionário as empresas podem identificar ações que já realizam nas etapas operacionais, mas que por desconhecimento não associam à Economia Circular (CNI, 2019).

4.2.3 Passo 2 (Nível de maturidade da circularidade atual)

No Passo 2, é realizada a mensuração do nível de maturidade da circularidade para que a empresa possa tomar conhecimento do desempenho atual. Para tanto, é recorrente que cada empresa esteja em níveis diferentes durante o processo de implementação dos princípios da EC. A mensuração pode ser aplicada por empresas de qualquer nível para identificar práticas já existentes ou práticas que poderão ser adotadas para tornar o modelo de negócio mais circular e promover a melhoria contínua dos processos. Dessa forma, conforme a empresa identifica o nível que se encontra, é possível desenvolver um plano estratégico para acompanhar o progresso em direção a Economia Circular. Nesse sentido, as empresas podem visualizar quais ações que estão impedindo-as de prosseguir para o próximo nível.

Por meio da pontuação atribuída no diagnóstico das ações realizado no passo anterior, é possível mensurar o nível de maturidade da circularidade atual da empresa através da fórmula a seguir:

$$MC = \frac{\frac{De}{13} + \frac{Fi}{9} + \frac{Te}{6} + \frac{Be}{6} + \frac{Co}{8} + \frac{Cn}{6} + \frac{Gr}{11}}{7}$$

Legenda:

MC: nível de maturidade da circularidade

De: design

Fi: fiação

Te: tecimento

Be: beneficiamento/acabamento

Co: confecção

Cn: consumo

Gr: gestão de resíduos (recuperação)

Através da obtenção do resultado do MC, a empresa pode consultar a definição de cada nível de acordo com as variáveis e as respectivas definições dos construtos, conforme ilustrado na Figura 11.

Figura 11 - Nível de maturidade da circularidade

Progresso organizacional ao longo do tempo

Nível	Definição	Referência
5 (80 - 100%)	A empresa está alinhada com os princípios da Economia Circular, busca agregar valor aos produtos e serviços ao longo da cadeia de abastecimento, opera com energia de fontes renováveis, colabora com a regeneração ambiental e a colaboração entre os *stakeholders* faz parte da cultura organizacional.	BSI (2017); EMF (2017)
4 (60 - 79%)	A empresa busca minimizar gradualmente o uso de substâncias tóxicas, o design é projetado para auxiliar na extensão da vida útil do produto, o valor do produto é capturado durante e após o consumo, a coleta e a reciclagem dos materiais é aprimorado para a recuperação dos insumos.	BSI (2017); EMF (2017)
3 (40 - 59%)	A empresa complementa a produção com matérias-primas secundárias para a manufatura dos produtos, considera estratégias no design para desmontagem e extensão da vida útil do produto, busca parceria com outras empresas para promover a demanda por resíduos.	BSI (2017); EMF (2017)
2 (20 - 39%)	A empresa faz uso de uma ou mais práticas circulares, busca formas para reutilizar os resíduos gerados nos processos, explora condições de mercado para permitir o fluxo de insumos não perigosos.	BSI (2017); EMF (2017)
1 (0 - 19%)	A empresa não considera práticas circulares nos processos produtivos, os resíduos não recebem nenhum tipo de tratamento e tem como destino o aterro sanitário ou incineração.	BSI (2017); EMF (2017)

Fonte: Adaptado de (BSI, 2017; EMF, 2017).

De acordo com a Figura 11, os níveis são propostas de variáveis operacionalizadas, ou seja, a definição do nível de circularidade organizacional refere-se à elaboração da escala ordinal que varia entre 5 níveis. As escalas ordinais distinguem-se por definir a posição de entidades em relação a uma característica (GIL, 2008). Desse modo, a classificação dos níveis está associada à definição expressa em termos quantitativos, nesse caso em porcentagens sendo o valor máximo de 100% em relação ao nível de maturidade da circularidade organizacional.

As empresas representadas pelo nível 1 que seria o nível mais baixo, correspondem a um MC que varia de 0-19%, ou seja, são empresas que desconsideram os impactos negativos das atividades durante o planejamento de suas operações e os resíduos são destinados para aterros sanitários (EMF, 2017). As empresas representadas pelo nível 2, correspondem a um MC que varia de 20-39%, as quais buscam práticas para reutilizar produtos, componentes e materiais, a fim de regenerar os recursos naturais e otimizar a criação de valor de forma direta e indireta (BSI, 2017).

No nível 3 o MC varia entre 40-59%, considerando empresas que buscam integrar a Economia Circular na fase de design e desenvolvimento de produtos para reduzir os impactos ao longo do ciclo de vida do produto ou serviço, sendo relevante a ponderação de mercado, técnicas, custos e etc. (BSI, 2017). Similarmente no nível

4 o MC varia entre 60-79%, sendo que as empresas buscam reduzir o uso de substâncias nocivas durante a produção (EMF, 2017), gestão mais eficaz dos recursos e dos resíduos visando a captura de valor (BSI, 2017). O nível 5 é o mais elevado, considerando empresas que obtiveram entre 80-100% do MC, estão relacionadas àquelas que adotam os princípios da Economia Circular para a construção de valor em seus modelos de negócios (BSI, 2017).

Nesse sentido, as empresas podem visualizar o nível de maturidade da circularidade que se encontram no cenário atual. Assim, através da lista de verificação das ações, àquelas com baixa pontuação significa que podem ser adotadas melhorias para aprimorar a circularidade, enquanto as ações com alta pontuação sugerem-se que a adoção de mudanças é menos crítico. A partir da definição da etapa e da ação que será priorizada, o usuário segue para o Passo 3 a fim de visualizar a tabela contendo as práticas e os indicadores.

Além disso, o mapeamento das ações e a identificação do nível de maturidade da circularidade permitem que as empresas possam se situar durante a integração da EC.

4.2.4 Passo 3 (Definição da prática circular a ser adotada)

No último passo são propostas as práticas e os indicadores que visam auxiliar o processo de tomada de decisão para que a empresa possa ter autonomia na escolha da prática que mais se adéqua a etapa que será priorizada, conforme a lista de verificação das ações (Passo 1). Assim, para a compreensão do Passo 3 serão discutidos os tópicos relacionados aos procedimentos para a inclusão das práticas durante o processo de transição das empresas.

Nesse sentido, as práticas selecionadas foram agrupadas de acordo com os critérios de classificação das práticas e dos indicadores (conforme apresentado no Quadro 1, subcapítulo 2.1), seguidamente pelo nível de maturidade da circularidade, pelas respectivas ações (referentes à lista de diagnóstico das ações – Passo 2), pelas etapas produtivas da cadeia de valor têxtil, os princípios e ciclos da EC. Em vista de facilitar a atualização das práticas foram atribuídos códigos de identificação relacionados com o tipo de prática, conforme a classificação estabelecida no Quadro 6 a seguir:

Quadro 6 - Definição dos códigos

Código de identificação	Definição
ES	Estratégia Sustentável
MT	Metodologia
MD	Modelo
IA	Instrumento de Avaliação

Fonte: A autora (2025).

De acordo com o Quadro 6, para a identificação das práticas atribuiu-se o código de identificação iniciando com as duas letras referentes ao código e as duas letras seguintes remetem às iniciais do nome da prática. Por exemplo: a prática nomeada por “Reaproveitamento de resíduos” foi classificada como Estratégia Sustentável (ES), portanto o código de identificação da prática é (ESRR01), conforme ilustrado na Figura 12.

Figura 12 - Exemplo da classificação das práticas

Cód.	Classificação	Nome	Descrição	Nível de maturidade	Ações	Etapa Produtiva	Princípio da EC	Ciclo da EC	Referência
ESRR01	Estratégia Sustentável (ES)	Reaproveitamento de resíduos	Reaproveitar resíduos de materiais compósitos em novas aplicações para reduzir os impactos negativos causados no meio ambiente.	1, 2, 3, 4 e 5	Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr005; Gr006; Gr009; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação).	1, 2 e 3	Técnico	ALSHAAER (2021); STENTON *et al.* (2021); PATTI *et al.* (2021); GRETHE (2021); SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020); KOHAN *et al*. (2019); PAL; GANDER (2018)

Fonte: A autora (2025).

Ao total, foram sumarizados 41 práticas e indicadores por meio da revisão de literatura (todas as práticas e indicadores podem ser consultados no Apêndice D e Apêndice E, respectivamente) para tornar o processo de tomada de decisão mais ágil e para que as empresas possam optar pela prática mais adequada a fim de melhorar os processos operacionais sentido a uma Economia Circular.

Como exemplo, a ação da etapa de confecção “Co008: Há redução da geração de resíduos sólidos (retalhos e embalagens)” poderia ser adotada a estratégia sustentável “ESGR09: Gestão de resíduos de embalagens têxteis”. Uma vez que a estratégia apresenta uma matriz de processamento de resíduos de embalagens têxteis de acordo com as etapas para efetuar a avaliação logística, técnica, econômica e ecológica dos materiais, conforme detalhado no subcapítulo 4.3.1.

Desse modo, após a apresentação dos passos da ferramenta, contemplando as práticas e os indicadores sintetizados da literatura, a escolha final é de

responsabilidade individual das empresas para atender as necessidades de acordo com as condições internas e externas da empresa conjuntamente com o apoio dos colaboradores durante a transição.

A seguir, serão abordadas as práticas e os indicadores incluídos no desenvolvimento da ferramenta IntegraEC.

4.3 PRÁTICAS ADOTADAS NA “INTEGRAEC”

As práticas apresentadas nos próximos subcapítulos são resultado da análise dos artigos da RBS e análise documental que foram adotadas para constituir a ferramenta IntegraEC e classificadas de acordo com as características de cada tópico de interesse da prática. As práticas aplicadas como Estratégia Sustentável estão relacionadas às estratégias ambientais que visam melhorias na cadeia de valor têxtil para aprimorar a eficiência do sistema de produção, evitar desperdícios, reduzir a produção e o descarte, além de promover o aumento da vida útil dos produtos (KLEPP *et al.*, 2020). As práticas classificadas em Metodologia são aquelas que possuem uma coleção de métodos para examinar ou caracterizar a abordagem de impactos em um contexto específico (REYES *et al.*, 2019).

Quanto às práticas classificadas como Modelo implica em estruturas que tem como foco o desenvolvimento de negócios que podem estar voltados ao prolongamento da vida útil dos produtos, redução de desperdícios (BEH *et al.*, 2016), assim como propostas de modelos de negócios baseados no oferecimento de produtos como serviço (FISCHER; PASCUCCI, 2017). As práticas designadas como Instrumento de Avaliação compreendem as normas que visam a padronização de qualidade (ABNT, 2015), incluindo ferramentas que possibilitam avaliar o desempenho ambiental, social e econômico.

4.3.1 Práticas como Estratégia Sustentável

As práticas voltadas para o reaproveitamento de resíduos, reciclagem de produtos e materiais, e recuperação podem ser aplicadas durante a etapa de planejamento do desenvolvimento do produto às etapas relacionadas com as saídas industriais, isto é, a distribuição e etapa de consumo ou com produtos de pós-

consumo e materiais descartados. Visto que, as iniciativas relacionadas com os processos dentro do contexto da EC referem-se principalmente à reciclagem mecânica e térmica de produtos têxteis em razão do sistema organizacional das pequenas e médias empresas (FURFERI *et al.*, 2022).

A prática de **reaproveitamento de resíduos (ESRV01)** possibilita reaproveitar resíduos de materiais compósitos em novas aplicações para reduzir os impactos negativos causados no meio ambiente. Os resíduos de compósitos geopoliméricos reforçados podem novamente ser utilizados como carga e reforço de novos produtos geopoliméricos (ALSHAAER, 2021).

A **reciclagem biodegradável (ESRB02)** pode ser usada para materiais têxteis naturais por degradação através de micro-organismos especiais e enzimas como bactérias e fungos aplicados sob condições razoáveis, por exemplo, polímeros biológicos como celulose, quitina, madeira, fibras de cânhamo, etc. (HUSSAIN *et al.*, 2021).

A **reciclagem primária (ESRP03)** pode ser executada no processo de fabricação de um novo produto têxtil a partir de resíduos com propriedades desejadas para tratamento de resíduos têxteis de baixa qualidade e com impurezas. Primeiramente, é realizado o processo de triagem para separação manual ou mecânica dos diferentes materiais têxteis. Após a separação, o resíduo sofre redução de tamanho pela trituração em máquinas com lâminas de metal endurecido, resultando em pequenas fibras. Em seguida, as fibras são misturadas com aditivos e outros materiais poliméricos para proporcionar homogeneidade e facilidade na purificação ou formação de novos materiais. A aplicação de polímeros polipropileno (PP), polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET) e cloreto de polivinila (PVC) são aplicados a produtos têxteis através de moldagem, prensagem a quente e extrusão (HUSSAIN *et al.*, 2021).

A **reciclagem química via hidrólise ácida (ESRQ04)** possibilita a despolimerização direta de resíduos têxteis à base de celulose para produção de solução de glicose a ser usada na produção de produtos químicos ou combustíveis. Dessa forma, a reciclagem química dos resíduos têxteis de algodão demonstra ser um processo promissor na conversão de glicose, podendo ser usada em produtos químicos ou combustíveis de alto valor, além de possibilitar fechar completamente o ciclo do material da moda (SANCHIS-SEBASTIÁ *et al.*, 2021).

A **reciclagem secundária (ESRS05)** consiste no tratamento de materiais têxteis com composição e pureza desconhecidos. Primeiramente, é realizado o processo de triagem para separação manual ou mecânica dos diferentes materiais têxteis. Após a separação mecânica, é realizado o tratamento de purificação das fibras através da adição de ácidos, aditivos, seguindo para o processo de gaseificação e secagem para redução das propriedades mecânicas dos materiais (HUSSAIN *et al.*, 2021).

A **reciclagem terciária (ESRT06)** é voltada para tratar resíduos têxteis contaminados através de processos como hidrólise, pirólise, gaseificação, condensação e hidrocraqueamento com a presença de metais de transição. Como resultado do processamento são gerados monômeros de poliuretano, tereftalado de polietileno (PET), ácido polilático (PLA), policarbonato (Poly.C) e cera para hidrólise. Os plásticos polipropileno (PP), poliestireno (PS), polietileno de alta densidade (HDPE) e polietileno (PE) são despolimerizados por pirólise na presença de metais de transição (HUSSAIN *et al.*, 2021).

Na **reciclagem quaternária (ESQU07)** ocorre a incineração de resíduos têxteis altamente contaminados para a recuperação de calor e energia, sendo realizada em instalações fora do perímetro urbano para reduzir o contato da população com as emissões de gases perigosos (GIORDANO *et al.*, 2020; HUSSAIN *et al.*, 2021).

Para a **recuperação de lodo têxtil (ESRC08)** é possível produzir tijolos para o setor civil, pois além de evitar desperdícios de materiais, outros setores podem ser beneficiados na redução de custo para obtenção de matéria-prima e preservação dos recursos ambientais (BESHAH *et al.*, 2021; RUBINO *et al.*, 2021; SADROLODABAEE *et al.*, 2021; SHARFMAN *et al.*, 2001).

A **gestão de resíduos de embalagens têxteis (ESGR09)** pode ser aplicada para a recuperação dos materiais através da matriz para o processamento dos resíduos, conforme as etapas propostas por (CĂRPUȘ *et al.*, 2020):

• Avaliação logística e econômica: determina a atividade industrial e o local da produção de resíduo; custo total para produção, transporte, tratamento e processamento; quantidade e frequência da produção anual; preservação das características físico-químicas; garantia de conformidade do fornecedor para os parâmetros qualitativos; acompanhamento da legislação em vigor.

• Avaliação técnica: considerar as características físico-químicas e mecânicas dos resíduos para garantir a qualidade dos interessados em reutilizá-los.

• Avaliação ecológica e econômica: considerar os impactos diretos no meio ambiente causada pela produção e disposição das embalagens, impactos indiretos no meio ambiente causado pela perda e desperdício dos materiais e a circularidade da embalagem.

• Escolha das tecnologias de reciclagem: por meio da reciclagem química e mecânica pode ser atribuído o conceito de “Aplicabilidade = Compatibilidade + Adaptação + Validação”, além do uso de ferramentas para aplicação técnica e de modelagem econômica para definir os processos eficientes.

O **reconhecimento de monomateriais e materiais misturados com mais de um tipo de fibra (ESRM10)** visa a classificação da composição dos têxteis para o reconhecimento dos materiais misturados com mais de um tipo de fibra por meio da espectrometria de infravermelho próximo (NIR, sigla em inglês) para facilitar o processo de separação por composição de fibras que seguem para a reciclagem, pois a automatização do sistema de reconhecimento aumenta a garantia da qualidade de materiais reciclados (CURA *et al.*, 2021). De acordo com o estudo piloto realizado por Cura *et al.* (2021), a mistura de mais de um material é um dos grandes desafios para fechar o ciclo de vida do produto devido à dificuldade de recuperação e reciclagem dos materiais. Por esse motivo, o processo exige a identificação das diferentes fibras e classificação quanto às cores e componentes de modo que permita o fechamento do ciclo.

Uma vez que, a transformação de resíduos pré-consumo e pós-consumo com baixa qualidade é misturado com matéria-prima virgem para aumentar seu desempenho (NIINIMÄKI, 2018). Além de direcionar a valorização do material reciclado de acordo com a qualidade da fibra reciclada comparada com a morfologia de uma fibra de primeira vida (TAHER *et al.*, 2019).

Para promover o **compartilhamento de roupas (ESCR11)** pelos usuários, é necessário estimular o comportamento voluntário para disposição do item em locais especificados para a coleta dos produtos. Pode ser realizado por meio de um evento organizado por voluntários que analisam as condições das roupas e os produtos que não são aceitos podem ser doados. Os interessados participam do evento para escolha do produto que será trocado, juntamente com uma ficha com os dados sobre os itens adquiridos. Assim, pode ser realizada uma etapa de planejamento

para incluir a logística, comunicação e coleta de dados para o consumidor ter uma alternativa de compra (CAMACHO-OTERO *et al.*, 2020).

Para a construção de uma **coleção de moda sustentável (ESCM12)** são utilizadas estratégias de sustentabilidade durante o desenvolvimento na etapa de design de moda e escolha de materiais pensando no fechamento do ciclo através do fornecimento de produtos por meio de assinatura. Para isso, podem ser analisados e prototipados os materiais para longevidade através de entrevistas com os usuários para entender as preferências estéticas das roupas. É importante definir o conceito e marcá-lo de uma forma que atraia os assinantes dos pacotes de roupas.

O refinamento do sistema de modelo de negócios circular depende do *feedback* especialmente voltado ao design das peças de roupas e dos fornecedores. Assim como as peças devolvidas podem fornecer importantes informações sobre quais partes estão mais desgastadas ou danificadas. Deve-se incorporar a flexibilidade no ajuste das roupas e reduzir o número na proposição de modelos na coleção; escolher materiais duráveis; projetar e desenvolver o serviço em paralelo com os produtos; desenvolver um sistema produto-serviço (PSS) e dos pacotes das coleções (RÆBILD, 2021).

4.3.2 Práticas aplicadas através de Metodologia

A **Metodologia de Avaliação da Escolha do Indicador (EMCI)** (MTEM01), permite aprimorar os métodos e facilitar a escolha de indicadores para a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), por meio de trabalho colaborativo durante a aprendizagem do *ecodesign* para realizar a avaliação dos impactos inerentes aos produtos de forma mais acessível aos profissionais na área têxtil. O EMCI é dividido em três etapas principais para realizar a seleção de indicadores. Na primeira fase ocorre a avaliação e triagem do método de caracterização mais adequado para cada categoria de impacto sem referência ao contexto. Assim, obtém-se o conhecimento dos indicadores consensuais para auxiliar o compartilhamento das informações sobre o padrão de métodos.

Na segunda fase os profissionais são orientados a avaliar o contexto e analisar as recomendações dos indicadores adaptados ao projeto que inclui a descrição em uma ficha de caracterização apoiado na revisão da literatura. A revisão pode auxiliar a organizar e classificar as recomendações com ajuda de uma

ferramenta de ponderação. Por fim, na terceira fase os indicadores são escolhidos de acordo com as recomendações e experiências obtidas com a metodologia. Geralmente para a categoria de impacto de mudanças climáticas é escolhido o indicador de Potencial de Aquecimento Global para 100 anos (GWP100) de todos os tipos de gases de efeito estufa de acordo com o Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas (IPCC, sigla em inglês) (REYES *et al.*, 2020).

A **metodologia de preços ambientais (MTPA02)** pode ser utilizada para calcular o valor marginal social de impactos ambientais a fim de identificar os poluentes que causam maior impacto no meio ambiente, bem como analisar o custo-benefício e os pontos críticos (*hotspots*) das empresas têxteis, além de quantificar o nível de governança. Nesse sentido, a metodologia visa converter os impactos ambientais em valor marginal social e preços médios ambientais que pode ser aplicada para a avaliação das cargas ambientais. Avalia o dano final causado por cada ponto médio à saúde humana, serviços ecossistêmicos, materiais, disponibilidade de recursos e bem-estar.

A metodologia consiste em três partes importantes: modelos de caracterização, modelo de impacto de percurso e métodos de avaliação. No modelo de caracterização calcula-se a relação físico-química entre as emissões, impactos de ponto médio e danos finais. Para o caso dos dados de consumo de energia e de poluentes de águas residuais da indústria têxtil são incluídas as substâncias mercúrio (Hg), cádmio (Cd), chumbo (Pb), arsênio (As), cianeto, demanda de oxigênio químico (COD) e nitrogênio amoniacal. Os dados são comparados e coletados em fontes de dados específicos para comparar o valor marginal social (CHU *et al.*, 2021).

O **ECOTEX (MTEC03)** possui uma base metodológica para o desenvolvimento e formação de profissionais da área têxtil para implementar técnicas da economia circular, especialmente capacitando Pequenas e Médias Empresas (PME) a incluírem estratégias sustentáveis. A metodologia permite que os meios de comunicação como relatórios sobre a reciclagem, compartilhamento de recursos, fornecedores engajados com negócios sustentáveis e divulgação de informações publicamente seja ampliado e fortalecido entre os canais da cadeia de suprimentos em direção à sustentabilidade.

Desse modo, a metodologia visa desenvolver, projetar e implementar um protocolo de formação realizado através do acesso pela plataforma *Udemy* para

realização do curso de "Especialista em Sustentabilidade", dividida em sete módulos: Alterações climáticas, Economia circular, Certificações e políticas, Sistemas de fabricação, Gerenciamento de energia, Legislação ambiental e Modelos de negócios sustentáveis (AVADANEI *et al.*, 2020).

O **Método Modo e Efeito da Falha (FMEA) (MTFM06)** viabiliza a melhoria no nível de qualidade da produção em todas as fases do processo de manufatura para apoiar a produção de roupas de longa duração e eliminar a fabricação defeituosa. Bem como, identificar as falhas de impacto negativo nos processos produtivos para reduzir os fatores negativos e riscos, redução da quantidade de resíduos e extensão do ciclo de vida dos produtos.

Esta técnica pode ser utilizada durante as fases de visão geral do projeto, aplicação e instalação. Recomenda-se eliminar erros básicos como (a) remoção da emissão como um todo por meio de ajuste de composição; (b) diminuir o potencial para o qual a falha aconteceria/apareceria; e (c) desenvolver oportunidades para descobrir em torno do desenvolvimento do controle de qualidade (ERDIL; TAÇGIN, 2018).

4.3.3 Práticas aplicadas através de Modelo

O **Modelo de Negócio Canvas (MDNC01)** é estruturado para analisar e compreender as interfaces que contempla as quatro áreas principais de um negócio (clientes, oferta, infraestrutura e viabilidade financeira) (OSTERWALDER; PIGNEUR, 2010). Sendo que o modelo compreende estratégias para serem implementadas nas estruturas da organização, nos processos e sistemas através das nove dimensões: proposta de valor, segmento de cliente, canais de entrega, relacionamento com o cliente, atividades-chave, recursos-chave, rede de valor, estrutura de custos e fluxos de receitas (BEH *et al.*, 2016).

O **Sistema Produto-Serviço (MDPS02)** é um modelo de negócios que visa criar valor para o cliente através do sistema de aluguel/assinatura do produto. Assim, o cliente deixa de ser o proprietário pessoal e passa a usufruir da durabilidade, flexibilidade e facilidade de uso. O sistema pode ser classificado em três tipos: PSS voltado ao produto, voltado ao uso e aos resultados. No caso do sistema produto-serviço orientado para o uso (u-PSS) são fornecidos serviços extra com os produtos

de forma temporária em troca de uma taxa referente ao consumo através de alocação, aluguel ou compartilhamento e agrupamento (BORG *et al.*, 2020).

Dessa forma, é necessário planejar as mudanças da estrutura organizacional, incluindo as estratégias para os canais de marketing, produção, manutenção, gerenciamento do fim de vida do produto e o relacionamento entre os *stakeholders* e os clientes. Além disso, o modelo de PSS conta com o fornecimento de produtos através de contratos de serviços que não dependem de regras e estruturas de cadeias de valor (FISCHER; PASCUCCI, 2017). Portanto, os modelos de negócios de PSS devem corresponder às especificidades do contexto de cada região, visto que o tempo, esforço e o trajeto podem influenciar o comportamento do consumidor a aderir o pensamento do ciclo de vida e ao modelo sustentável (JOHNSON; PLEPYS, 2021).

A **Produção mais Limpa (MDPL05)** é empregada nos processos de produção para utilizar medidas preventivas a fim de reduzir e evitar a geração de emissões e resíduos, melhorar os ganhos econômicos e ambientais, promover o uso eficiente de matérias-primas, água e energia, reciclagem, reaproveitamento de resíduos e benefícios para a saúde ocupacional (Van Berkel, 2008).

Conforme Neto *et al*. (2020), identificaram práticas de produção mais limpa que podem ser adotadas por empresas de todos os portes, sendo que existe a possibilidade de aplicar práticas sem investimentos financeiros relacionadas a modificações no design dos produtos, substituição de equipamentos ou redução de transporte dentro da empresa, podendo ser conferidas na ferramenta IntegraEC. As práticas contemplam questões ambientais para a seleção de fornecedores e *layout* da fábrica, tecnologias que minimizam o consumo de energia, avaliação de possibilidades para reciclabilidade das embalagens, substituição de materiais tóxicos por não tóxicos, etc. (NETO *et al.*, 2020).

Para projetar **modelos de negócios de reciclagem (MDMN04)** pode ser realizado por meio de *workshops* com as partes interessadas (coletores de resíduos, comerciantes e representantes da indústria) para levantar a opinião dos participantes sobre seus modelos de negócios e contribuir com uma solução em conjunto para os resíduos têxteis. Em seguida, a avaliação dos projetos de modelos de negócio para a reciclagem é acompanhada através de entrevistas semiestruturadas com um representante de cada empresa e potenciais clientes sobre os benefícios do valor esperado dos produtos e processos de aquisição.

Como exemplo, a combinação de bioplásticos com sacos de café e resíduos de móveis de escritórios resultou em um novo material biocompósito leve, flexível e com altas propriedades acústicas (MARTINA; OSKAM, 2021).

4.3.4 Práticas como Instrumento de Avaliação

A norma técnica **ISO 9001 (IAGQ01)** é empregada para desenvolver um sistema de gestão da qualidade com foco na satisfação do cliente quanto ao desempenho dos produtos e serviços. A norma apresenta orientações para o desenvolvimento ou a adequação de um sistema formal no contexto das organizações para gerenciar as atividades de gestão da qualidade. De acordo com a norma, a organização deve determinar as atividades existentes para definição do escopo do sistema de gestão e dos objetivos organizacionais. Nesse sentido, a estrutura fornece o planejamento, execução, monitoramento e melhoria contínua das atividades para atender as necessidades da organização e das partes interessadas (ABNT, 2015).

A norma técnica **ISO 14001 (IAGA02)** apresenta uma estrutura para proteção do meio ambiente e possibilita uma resposta às mudanças das condições ambientais em equilíbrio com as necessidades socioeconômicas. Desse modo, é definida a política ambiental da organização pela alta administração, fornecendo uma estrutura para estabelecer e implementar os objetivos e metas ambientais para as atividades, produtos e serviços comprometidos com a prevenção da poluição e atendimento aos requisitos legais adotados pela organização (ABNT, 2015). Sendo usada para melhorar a percepção dos clientes quanto à sustentabilidade das empresas que constituem o setor têxtil com significativo impacto na melhoria dos processos da gestão da cadeia de suprimentos sustentável e conscientização dos gestores (ZIMON, 2020).

A norma **ISO 14040 (IAVC03)** descreve a técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) que pode ser empregada no planejamento estratégico e desenvolvimento ou melhoria do produto, rotulagem ecológica, medição da pegada de carbono, entre outras aplicações para avaliar potenciais impactos ambientais de um produto, seja o bem ou o serviço ao longo de todo o ciclo de vida do produto. A avaliação é realizada em quatro etapas principais: 1. definição de objetivo e escopo;

2. inventário do ciclo de vida (ICV), 3. avaliação dos impactos do ciclo de vida (AICV); e 4. interpretação dos dados.

Deve ser definida a fronteira do sistema e nível de detalhamento do alvo para auxiliar na tomada de decisões de acordo com o objetivo e escopo estabelecido pela organização (HAUSCHILD, 2018; HENRY *et al.*, 2019; IVANOVIĆ *et al.*, 2021; LENZO *et al.*, 2018; MOAZZEM *et al.*, 2021; PAYET, 2021; REYES *et al.*, 2020; WIEDEMANN *et al.*, 2020; STARK, 2008). A norma ISO 14044: 2009 apresenta detalhadamente os requisitos para a condução da ACV.

A norma **ISO 26000 (IARS04)** tem por objetivo conciliar interesses da indústria e da sociedade para assegurar os direitos humanos e trabalhistas conjuntamente com a proteção ambiental, utilizada para auxiliar no desempenho econômico em direção à criação de valor sustentável. Dessa forma, as organizações podem aproveitar seus sistemas, políticas, estruturas e redes já existentes para integrar a responsabilidade social. É importante que a organização esteja ciente das atitudes, nível de comprometimento e compreensão de sua liderança atual no que se refere à responsabilidade social.

Assim, torna-se apropriado incorporar as políticas organizacionais que fornecem orientações alinhadas com os atores internos e externos à organização; avaliar como as atividades existentes e as propostas podem afetar os objetivos dessas políticas; integrar os temas centrais da responsabilidade social por toda a organização; medir o desempenho ao longo do tempo para conseguir fazer os ajustes necessários nas prioridades e na abordagem; e ações para tratar os impactos negativos de suas decisões e atividades (DICUONZO *et al.*, 2020; ĐORĐEVIĆ *et al.*, 2019; GARCIA-TORRES *et al.*, 2017; TODESCHINI *et al.*, 2017).

A norma técnica sobre o **Padrão Global de Têxteis Orgânicos (GOTS) (IATO05)** busca garantir a qualidade para a cadeia de suprimentos para certificar ou rotular os produtos e/ou seus componentes. Além disso, estabelece requisitos sobre condições sociais e de trabalho que são equivalentes aos dos principais padrões de sustentabilidade social (GOTS, 2021).

O padrão apresenta um manual especificado para cada tipo de critério que a organização visa, quais sejam: Requisitos para produção de fibra orgânica; Produtos vendidos, rotulados ou representados com a porcentagem de materiais orgânicos; Entradas proibidas e restritas; Requisitos relacionados a perigos e toxicidade; Avaliação de insumos químicos; Gestão de insumos químicos; Meio Ambiente,

saúde e segurança para fornecedores de produtos químicos; Fiação; Tingimento; Impressão; Requisitos para materiais de fibras adicionais; Requisitos para acessórios; Gestão ambiental; Tratamento de águas residuais; Armazenamento, embalagem e transporte; Comércio *Business to Business* (B2B) e *Business to Consumer* (B2C) de mercadorias GOTS; Manutenção de registros e garantia de qualidade interna; Parâmetros técnicos de qualidade; Valores limite para resíduos em mercadorias e materiais de fibras adicionais e acessórios (GOTS, 2021).

A norma **BSI 8001 (IABS06)** apresenta um guia com 8 etapas para que as organizações possam adotar práticas mais circulares e sustentáveis com base nos princípios da economia circular, assim como apresenta informações para o redesenho do modelo de negócios e proposta de valor. Na etapa 1, determina-se a relevância da EC para os negócios através da avaliação da situação atual e mapeamento das partes interessadas para provocar consciência mútua na organização. A etapa 2, considera um plano estratégico para identificar como a EC poderia influenciar a entrega da proposta de valor de longo prazo, combinando visão e estratégia de alto nível. Na etapa 3, é desenvolvida uma lista com ideias/opções para lidar com os problemas e oportunidades identificadas na etapa anterior. Na etapa 4, avalia-se a praticidade de progredir com as ideias/opções.

Já na etapa 5, a organização deve desenvolver um caso de negócio detalhado para garantir recursos necessários para testar novas ideias, implementá-las, expandi-las e lançar o negócio. Na etapa 6, são experimentadas as ideias em pequena escala para estabelecer o desenvolvimento do plano de pilotagem, condução do plano e revisão do piloto. A etapa 7 envolve a integração das abordagens comprovadas para a transição para um modo de operação mais circular e sustentável por meio do desenvolvimento e execução do plano de entrega e mecanismos para medir o progresso ao longo do tempo. Finalmente, a etapa 8 descreve a tarefa que deve ser monitorada para garantir a melhoria contínua e transformacional mediante o monitoramento, medição e construção do relatório de progresso (BSI, 2017).

A ferramenta quantitativa de **Avaliação da Pegada Química (IAPQ07)** analisa o potencial de toxicidade humana e ecológica de produtos químicos e poluentes usados na produção. O cálculo do modelo para a pontuação dos impactos no ecossistema aquático é feito através da equação (1).

$$IS = \Sigma_{ij} Q_{ij}\ x\ CF_{ij} \quad (1)$$

Onde IS é a pontuação de impacto para toxicidade ecológica (PAF·m^3·d), $CF_{i,j}$ é a caracterização da substância i liberado para o compartimento j (PAF·m^3·d/kg) e $Q_{i,j}$ é a quantidade de emissão i (kg). Para calcular a Pegada Química (ChF) de um intervalo de emissões, a equação (2) é apresentada pela equação (1).

$$ChF = 290\ x\ IS \quad (2)$$

Na equação (2), 290 é adimensional e é um fator de correção para equilibrar o resultado das pontuações de impacto e ChFs. Desse modo, é necessário determinar o limite de cálculo através da escolha das etapas que serão analisadas (QIAN *et al.*, 2020).

A **Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACV-S) (IACVS08)** tem por objetivo avaliar e apresentar os valores sociais de um produto produzido em uma determinada área territorial, envolvendo a responsabilidade da organização no ciclo de vida. A ACV-S integra uma abordagem complementar à ACV, conforme as especificações do método de aplicação das fases das normas ISO 14040 e ISO 14044 (LENZO *et al.*, 2018).

Na **Avaliação da Pegada Ecológica (IAPE09)** analisa-se a relação entre o consumo de energia e recursos nos processos, a identificação de medidas de mitigação para aumentar a eficiência energética, promovendo ao mesmo tempo a redução de emissões de CO_2 e a diminuição da Pegada Ecológica (EF) da indústria. Para a estimativa total da EF devem-se considerar todos os recursos (materiais, água, energia, resíduos) que fazem parte de um processo ou de uma organização. No caso de uma fábrica têxtil, todas as entradas e saídas presentes nesses processos devem ser contabilizadas, divididas em três categorias principais: recursos (água e materiais), energia e resíduos. Todas as entradas e saídas referentes aos processos/organizações devem constar em uma tabela de inventário, indicando cada entrada/saída e as quantidades consumidas (COSTA *et al.*, 2019).

A **Avaliação da Pegada Hídrica (IAPH10)** inclui o consumo da quantidade total de água doce para a absorção e assimilação de poluentes pela concentração de fundo natural e qualidade da água existente antes do tratamento de águas residuais. A pegada hídrica pode ser calculada pelas fórmulas a seguir:

$$WF = WF_b + WF_{gy} \quad (1)$$

$$WF_b = W_u \quad (2)$$

$$WF_{gy} = max \left\lfloor \frac{L[k]}{C_s[k] - C_n[k]} \right\rfloor \quad (3)$$

WF é a pegada hídrica; WF_b é a pegada hídrica azul (recursos hídricos superficiais ou subterrâneos consumidos); WF_{gy} é a pegada hídrica cinza (quantidade de água necessária para acomodar os poluentes produzidos no processo de produção); W_u é o consumo total de água da indústria têxtil; L[k] é a quantidade de poluente k nas águas residuais despejadas pela indústria têxtil; C_s[k] é o valor limite de concentração do poluente k estipulado na norma de emissão de poluentes e C_n[k] é a concentração de fundo do poluente k na massa de água natural. A unidade de medida deve ser em Mt de poluente/ano, com C_n[k] considerando zero Mt de poluente/ano (LI; WANG, 2019).

A ferramenta ***Circulytics*** **(IACS11)** realiza a avaliação do desempenho da economia circular da empresa quanto às estratégias da Economia Circular, capacidade de inovação, avaliação dos fluxos de materiais e dos serviços. A média ponderada da pontuação geral é estabelecida através de indicadores qualitativos e quantitativos que foram criados para serem usados dentro do contexto da ferramenta. Dessa forma, a empresa interessada deve fazer um cadastro na categoria Resultados (medição da circularidade atual) ou na categoria Viabilizadores (avaliação complementar do desempenho de Economia Circular) (EMF, 2020).

A plataforma oficial disponibiliza um questionário online para coleta de dados internos e externos dos temas abordados pela ferramenta na categoria Viabilizadores: estratégia e planejamento; inovação; pessoas e competências; operações; e engajamento externo. Os temas pela categoria Resultados incluem: produtos e materiais; serviços; ativos imobiliários; água; energia; e finanças (EMF, 2020).

De modo geral, a ferramenta IntegraEC é fundamental para identificar as práticas que já são utilizadas por organizações, assim como para unir esforços entre a equipe interna selecionada para integrar as ações estratégicas. Visto que, as

organizações precisam de um desenvolvimento estratégico e eficaz para possuir a autonomia de gerenciar, tomar decisões, implementar e medir o desempenho das práticas nas operações relacionadas com os princípios da EC (PESCE *et al.*, 2020).

Dessa forma, a equipe pode conter profissionais com múltiplas funções, sendo primordial aqueles que possuem relação direta com as tomadas de decisões no ambiente organizacional do setor têxtil. Nesse sentido, a empresa estabelece a definição das metas que serão alcançadas para a melhoria nos processos após a inclusão da(s) prática(s) de acordo com os critérios internos, considerando a disponibilidade financeira, engajamento e responsabilidade entre os funcionários, estabelecimento de um cronograma a ser seguido e assim por diante.

Assim, para as empresas têxteis conduzirem os modelos de negócios em direção à circularidade, compreende-se que a adoção das práticas é fundamental e podem ser levadas em consideração como facilitadoras para a implementação ou manutenção dos princípios da EC. Desse modo, a correlação das práticas e dos indicadores consiste em avaliar e/ou monitorar o desempenho das etapas produtivas frente à abordagem da Economia Circular. Em seguida, são apresentados os indicadores que fazem parte da ferramenta IntegraEC.

4.3.5 Indicadores incluídos na ferramenta IntegraEC

A proposição dos indicadores de circularidade é recomendada para auxiliar na fundamentação e na integração da abordagem da EC, pois visa equipar as empresas na definição de metas e objetivos que possam ser mensurados e relacionados às práticas sustentáveis, sendo considerado essencial para a promoção da EC (SAIDANI *et al.*, 2022). A organização dos indicadores viabiliza a tomada de decisão e discernimento da situação atual da empresa para disponibilizar ações que apoiam o desempenho operacional (CAGNO *et al.*, 2022).

Por essa razão, podem ser utilizados por empresas que adotam os princípios da Economia Circular para avaliação de aspectos ligados aos impactos e riscos inerentes à circularidade do fluxo dos materiais e dos produtos. Bem como, permite que os dados sejam incluídos em relatórios internos, para avaliar a aquisição de materiais e classificação do nível das empresas em direção ao desenvolvimento sustentável (EMF; GRANTA DESIGN, 2019). Nesse sentido, os indicadores que fazem parte da ferramenta IntegraEC são propostos como sugestão para direcionar

as empresas a adquirir informações sobre o desempenho das operações em vista de analisar a possibilidade de transição circular em conformidade com o nível de maturidade da circularidade. Assim, as empresas podem propor indicadores de acordo com a identificação das oportunidades de melhoria.

Dessa forma, Kozlowski *et al*. (2015) identificaram indicadores divulgados em relatórios por marcas de vestuário sobre a gestão sustentável da cadeia de suprimentos relacionado com as questões ambientais, como exemplo: uso de materiais ecologicamente corretos, redução de resíduos, de recursos (energia e água) e de embalagens, uso de tingimento de baixo impacto, inclusão de algodão orgânico e poliéster reciclado, eliminação gradual de cloreto de polivinila (PVC), redução de compostos orgânicos voláteis. Quanto à questão social, pode-se mencionar o uso de códigos de conduta para fornecedores, realização de auditorias em fornecedores, ser membro da Organização Internacional do Trabalho, estar em conformidade com as leis locais, dentre outros (KOZLOWSKI *et al*., 2015).

Dessa forma, no que concerne a ferramenta IntegraEC para a classificação dos indicadores incluiu-se a descrição, unidade de medida, nível de implementação (micro, meso e macro), tipo de abordagem (quantitativa ou qualitativa) e a prática correspondente conforme apresentado no Apêndice E.

O indicador **Valor Econômico Circular (*Circular Economic Value*, CEV)** representa o fluxo de material e de energia cujos vazamentos do sistema podem ser visualizados em relação à circularidade, sendo contabilizado o uso de material de recurso primário. Dessa forma, os elementos dos produtos são tratados por métodos circulares (EI), os elementos por processos lineares (EI) e o denominador refere-se ao consumo de energia para a reciclabilidade e energia produzida durante o descarte, conforme a equação (1).

$$CEV\% = 100 - \left(\frac{\left(\frac{\overset{\overset{M_{lin}}{\downarrow}}{M_p}}{M_p + M_s} + \frac{\overset{\overset{M_{lout}}{\downarrow}}{M_d}}{M_r + M_d} \right) + \left(\frac{\overset{\overset{E_{lin}}{\downarrow}}{E_f}}{E_s + E_f} + \frac{\overset{\overset{E_{lout}}{\downarrow}}{E_l}}{E_c + E_l} \right)}{4} \right) x\ 100 \quad (1)$$

Onde o CEV é o valor econômico circular, M_{lin} o volume de entrada de material (linear), M_{lout} o volume de saída de material (linear), M_p a quantidade de matérias-primas primárias utilizadas para a fabricação do produto, M_s a quantidade

de matérias-primas secundárias utilizadas para a fabricação do produto, M_d a quantidade de materiais não recicláveis restante após o uso do produto (linear), M_r a quantidade de materiais recicláveis que sobra após o uso do produto (circular), E_{lin} o valor da entrada de energia (linear), E_{lout} o valor da saída de energia (linear), E_f a quantidade de energia não renovável utilizada para a fabricação do produto, E_s a quantidade de energia renovável utilizada durante a fabricação do produto, El a quantidade de energia utilizada para o descarte, E_c a quantidade de energia utilizada para a reciclabilidade do produto após a utilização do produto (circular).

Desse modo, o indicador CEV pode ser aplicado para avaliar a relação custo-benefício da circularidade do produto ao longo do ciclo de vida e, assim, possibilitar que os tomadores de decisão optem por determinadas ferramentas durante o planejamento do desenvolvimento do produto (FOGARASSY *et al*., 2019).

Assim como identificado, a **Ferramenta de Avaliação de Circularidade *(Circularity Assessment Tool*, CAT)** que tem como objetivo auxiliar as empresas a criar valor de acordo com os princípios da EC, analisando a resiliência frente aos riscos sistêmicos de longo prazo, bem como para a identificação de novas oportunidades e colaborações entre as organizações. A ferramenta contém 6 passos para que a equipe de avaliação siga as diretrizes para o desenvolvimento de produtos circulares, avaliando os conceitos adotados em cada etapa, quais sejam: estratégias circulares, guias de design circular e avaliação da circularidade (SAIDANI *et al*., 2019).

O indicador de **Impacto do consumo de água** avalia a retirada de águas superficiais, subterrâneas e pluviais para o consumo de água retirada que não seja devolvida à mesma bacia através do índice de estresse hídrico (WSI, sigla em inglês) (CHEN *et al.*, 2021). Para calcular o WSI, é usado o modelo global *Water GAP2*, pela razão da disponibilidade hidrológica (WTA, sigla em inglês), considerando uma parte hidrológica e uma parte socioeconômica da disponibilidade de água doce por água (WA_I) e de água doce consumida por diferentes usuários j (WU_{ij}), calcula-se (equação 1) para cada bacia hidrográfica i:

$$WTA_i = \frac{\sum j\, WU_{ij}}{WA_i} \quad (1)$$

WTA_i é WTA na bacia hidrográfica i e os grupos de consumidores j (indústria, agricultura e residências). Para corrigir a variação do estresse hídrico em períodos específicos, calcula-se o fator de variação (VF) para um WTA modificado (WTA*, equação 2), que diferencia bacias hidrográficas com fluxos fortemente regulados (SRF, sigla em inglês) através de uma avaliação conservadora, aplica-se um fator de correção reduzido (raiz quadrada de VF) (equação 2):

$$WTA^* = \left\{\sqrt{VF}\ x\ WTA \quad para\ SRF\ VF\ x\ WTA \quad não\ para - SRF\right\} \text{ (2)}$$

O VF foi derivado do desvio padrão da distribuição de precipitação mensal e anual fornecida no conjunto de dados climáticos globais CRU TS2.0 (PFISTER *et al*., 2009).

O indicador de **Pegada ambiental do produto** é uma medida multicritério de desempenho ambiental que quantifica a carga ambiental integrada de produtos ou serviços ao incorporar diferentes tipos de categorias de impacto ambiental. Dessa forma, os impactos ambientais são convertidos em valor marginal social e preços médios ambientais que pode ser aplicada para a avaliação das cargas ambientais. Avalia-se o dano final causado por cada ponto médio à saúde humana, serviços ecossistêmicos, materiais, disponibilidade de recursos e bem-estar.

A metodologia consiste em três partes importantes: modelos de caracterização, modelo de impacto de percurso e métodos de avaliação. No modelo de caracterização calcula-se a relação físico-química entre as emissões, impactos de ponto médio e danos finais. O fator de característica do ponto médio (CFm) é obtido pela introdução de poluentes de impacto ambiental relevantes para quantificar a relação entre emissão e ponto médio. O fator característico de ponto final (CFe) é obtido pela análise dos danos causados pelos pontos médios das diferentes áreas de proteção (saúde humana, qualidade do ecossistema e escassez de recursos). São adotadas perspectivas culturais (individualista, hierárquica e igualitária) para manter a consistência do ponto médio e impactos finais. O CFm e o CFe são calculados pelas fórmulas (1) e (2), respectivamente.

$$CFm_{x,c} = \frac{S_{x,c}}{S_{r.c}} \text{ (1)}$$

$$CFe_{x,c,a} = CFm_{x,c}\ x\ F_{m \rightarrow e_{c,a}} \quad (2)$$

$CFm_{x,c}$ é o fator de caracterização do ponto médio da substância x para a perspectiva cultural c. $S_{x,c}$ é a quantidade de substância x para a perspectiva cultural c. $S_{r,c}$ é a quantidade de substância de referência r para a perspectiva cultural c. $CFe_{x,c,a}$ é o fator de caracterização do ponto final da substância x para a perspectiva cultural c e área de proteção a. $F_{m \rightarrow e_{c,a}}$ é a conversão do fator de ponto médio ao ponto final para a perspectiva cultural c e área de proteção a. Os dados são comparados e coletados em fontes de dados específicos para comparar o valor marginal social (CHU *et al.*, 2021).

A **Pegada Ecológica (EF)** pode ser calculada tanto como um método de avaliação como um indicador de sustentabilidade para analisar o consumo intensivo de energia nos processos e como cada setor industrial impacta na demanda total dos recursos. A análise é feita através dos dados de entrada e saída dos processos, incluindo os materiais, água, energia e resíduos (o método de aplicação pode ser consultado pela prática IAPE04 - Avaliação da Pegada Ecológica) (COSTA *et al.*, 2019).

No caso da **Pegada Hídrica**, Li; Wang (2019) realizaram a caracterização dos recursos hídricos entre o ambiente e o crescimento econômico pelo método de elasticidade de desacoplamento na indústria têxtil chinesa. Sendo que a integração das tecnologias de redução de emissões e maior qualidade na gestão empresarial resultaram em uso eficiente de recursos e nos impactos ambientais da produção, bem como redução do descarte de água e esgoto (o método de aplicação pode ser consultado pela prática IAPH05 - Avaliação da Pegada Hídrica) (LI; WANG, 2019).

O **Indicador de Circularidade do Material (*Material Circularity Indicator,* MCI)** avalia o nível de circularidade que varia de 0 (produtos lineares) à 1 (produtos circulares), considerando a proporção entre a quantidade de materiais de um produto combinando os aspectos da vida útil e a intensidade de uso em comparação com um produto similar da indústria, podendo-se calcular em nível do produto ou da empresa. O MCI é combinado por três características do produto: a massa da matéria-prima virgem utilizada na fabricação, a massa de resíduos irrecuperáveis que são atribuídos ao produto, e um fator de utilidade que leva em conta a duração e a intensidade do uso do produto. O indicador inclui a taxa de reciclagem e de

reutilização de materiais, calcula como os fluxos restaurativos são maximizados e os fluxos lineares são minimizados.

A equação utilizada para calcular o Índice de Fluxo de um produto ou um fator F(X), construído como uma função F de uma utilidade X que determina a influência da utilidade do produto para a circularidade do material, conforme a equação (1).

$$MCI^{*}p = 1 - LFI \cdot F(X) \quad (1)$$

No entanto, o valor da função F pode ser negativo para produtos com fluxos lineares (LFI≈1) e a utilidade pior que um produto médio (X <1). Nesse caso, para evitar isso o MCI é definido como: $MCIp = (0, MCI^{*}p)$. Além disso, os usuários podem analisar os riscos ambientais, regulatórios e da cadeia de suprimentos para os projetos e produtos (EMF; GRANTA DESIGN, 2019).

O **Índice de Economia Circular (*Circular Economy Index*, CEI)** calcula a taxa de reciclagem pelo valor do material reciclado ou que entra na instalação de reciclagem, através da equação 1.

$$CEI = \frac{Valor\ do\ material\ reciclado\ de\ produto(s)\ EOL}{Valor\ do\ material\ necessário\ para\ (re-)produzir\ produto(s)\ EOL} \quad (1)$$

Para calcular o CEI de um produto em fim de vida (EOL, sigla em inglês) específico, é necessário conhecer informações detalhadas dos componentes e materiais contidos em cada produto em fim de vida que entram nas instalações de reciclagem. Sendo necessário levar em consideração os materiais (com padrões, se disponíveis), em relação à massa, composição química e menor dimensão (DI MAIO; REM, 2015).

O **Indicador de Potencial de Reutilização (*Reuse Potential Indicator*, RPI)** calcula o potencial de reutilização técnica de um material através da análise de um valor real entre 0 (materiais descartados) e 1 (materiais reaproveitados). O potencial de reutilização quantifica o material que pode ser reutilizado através do eixo x e o eixo y representa a receita marginal líquida obtida pela venda do material processado menos os custos de descarte na capacidade por tonelada métrica de material reutilizado. Desse modo, se um material pode ser reaproveitado economicamente por 650 toneladas métricas de 1000 toneladas métricas geradas

isso significa que existe um potencial de reutilização de 0,65. Ou seja, o material é 65% semelhante a um recurso ou 35% semelhante ao resíduo (PARK; CHERTOW, 2014).

Dessa forma, os indicadores selecionados que fazem parte da ferramenta IntegraEC estão relacionados com as práticas para auxiliar as empresas durante a adoção da abordagem da Economia Circular, bem como para possibilitar o monitoramento do progresso das etapas operacionais. Portanto, ressalta-se que a complementaridade dos indicadores às práticas na ferramenta IntegraEC favorecem a transição das empresas do setor têxtil, uma vez que as ações contempladas nas etapas produtivas conduzem a identificação dos gargalos e de possíveis melhorias para aumentar o uso eficiente de matérias-primas, estender o ciclo de vida de produtos e materiais, reduzir a geração de resíduos e emissões no sistema de produção, fortalecer as parcerias entre os fornecedores e *stakeholders*.

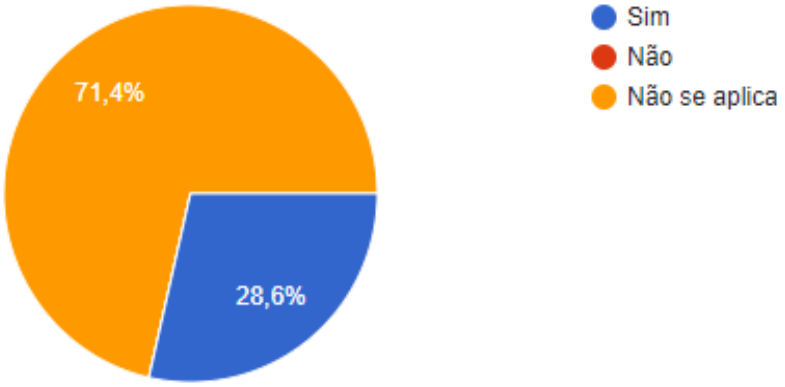
4.4 RESULTADOS E ANÁLISE DOS DADOS COLETADOS DA PESQUISA

Nesse subcapítulo são apresentados os resultados das informações coletadas de sete participantes da pesquisa, sendo considerada a viabilidade de incorporação das sugestões para a melhoria da versão final da ferramenta IntegraEC (subcapítulo 4.6). Quanto aos participantes são caracterizados por quatro especialistas acadêmicos, dois representam empresas do setor têxtil (gerente industrial e área de operações), e um participante se apresentou como especialista que atua profissionalmente no setor têxtil.

Outrossim, ocorreu uma reunião em formato online com um gerente industrial interessado em discutir mais detalhes sobre o funcionamento e a aplicabilidade da ferramenta. Durante a reunião houve discussões sobre pontos de melhoria que de acordo com o gerente a classificação das práticas poderia ser baseada na nomenclatura padrão das principais normas como a ISO. Bem como, questionou-se sobre a possibilidade de a ferramenta fornecer um relatório ao final. De modo geral, o gerente interessou-se pela ferramenta com a eventual possibilidade de realizar uma parceria para testá-la e efetuar uma avaliação mais detalhada de seu uso. Além disso, outros departamentos da empresa como o de gestão da qualidade e da gestão de resíduos estariam dispostos a colaborar para testar conjuntamente a ferramenta IntegraEC.

A seguir, serão apresentados os resultados conforme o retorno dos participantes da pesquisa correlacionando com os resultados da literatura. O Gráfico 4 indagou os participantes da pesquisa se a Economia Circular já havia sido adotada nas etapas operacionais.

Gráfico 4 - Adoção da Economia Circular nas etapas operacionais



Fonte: A autora (2025).

O Gráfico 4 representa a adoção da Economia Circular nas etapas operacionais, visto que cinco dos sete respondentes eram especialistas e nesse caso optaram pela opção de resposta “Não se aplica” (71,5%), já que estavam avaliando a ferramenta piloto. Os outros dois respondentes (28,6%) que são integrantes de empresas do setor têxtil trabalham com o conceito da EC em pequena escala.

De acordo com os participantes da pesquisa, foram mencionadas as dificuldades para integrar a EC no modelo de negócio dentre as quais estão relacionadas com a falta de conhecimento dos colaboradores sobre o conceito da EC, das práticas e das estratégias que podem auxiliar a transição do modelo de negócio; o comprometimento e/ou resistência dos gestores e demais profissionais; obtenção de indicadores para mensurar a circularidade; necessidade de mudanças profundas na estratégia e nos processos; não haver um retorno financeiro esperado; falta de parcerias; falta de regulamentação para apoiar a implementação das práticas e estratégias.

Uma vez que está de acordo com os resultados da literatura quanto à falta de conhecimento sobre os mecanismos da EC no setor têxtil, pode tornar as interações entre as partes interessadas debilitadas, tornando a colaboração um obstáculo para

a construção de um ecossistema têxtil circular (STAICU; POP, 2018). Assim como, o desconhecimento sobre os benefícios da EC dos integrantes da alta administração e a limitação da capacidade financeira das empresas para investir em soluções ecológicas na cadeia de suprimentos (ZIMON, 2020).

Quanto à perspectiva social, há escassez de estudos focados em sistemas de medição para o desempenho social, uma vez que falta uma padronização para avaliações das questões sociais em um sistema circular (NETO *et al*., 2021). Bem como, ações governamentais para determinar o alcance do desempenho entre as barreiras e dificuldades na implementação de práticas sustentáveis contribui substancialmente com colaborações internacionais na cadeia de suprimentos global têxtil e de moda (CAI; CHOI, 2020). Por essa razão, as mudanças necessárias para coordenar o comprometimento das partes envolvidas da cadeia de suprimentos quanto à transição, transparência e a rastreabilidade requer governança e políticas incisivas tanto no setor têxtil quanto em relação ao hábito de consumo (UNEP, 2020).

Bem como, um participante afirmou que há o desafio para a integração e envolvimento de toda a cadeia, desde o cliente/consumidor retornando a montante à cadeia produtiva. Nesse sentido, uma das razões quanto à imaturidade do setor têxtil para adotar a EC pode estar relacionada aos desafios quanto a demanda por recursos humanos capacitados para se engajar durante a transição, necessidade de equilíbrio entre os sistemas lineares e circulares, barreiras financeiras, institucionais, administrativas e legais para a implementação, falta de informações, fragilidade dos regulamentos ambientais e falta de pressão do mercado (GIL-LAMATA *et al.*, 2022). Dessa forma, o gerenciamento dos modelos de negócios dentro da cadeia envolve um ambiente complexo que requer conhecimento, experiência, habilidades e condições para coordenar os objetivos em comum acordo entre os envolvidos e as ações para executar práticas como o reuso de produtos e materiais (HEDEGÅRD *et al.*, 2020).

Um participante declarou que muitas empresas ainda não estão preparadas para adotar a EC em seus modelos de negócios. Visto que, a proposição de um modelo de negócio com base na EC estimula a maturidade da indústria e dos consumidores em direção ao pensamento circular, produção e consumo mais responsáveis (SHAW; WILLIAMS, 2018).

Sobretudo em países que estão iniciando os esforços para adotar a EC no setor têxtil, por exemplo, no contexto brasileiro algumas empresas de porte pequeno implementaram práticas da EC como eliminação de resíduos através da eficiência nos processos produtivos, resultando na redução do uso de materiais e energia tanto na fabricação quanto na recuperação e tratamento de resíduos, embalagens e águas residuais (CORREIA, 2020). Por outro lado, há problemas relacionados à segurança química e biológica no que concerne à prática de descarte de resíduos têxteis, demonstrando o caminho que o Brasil ainda tem a percorrer para a inclusão da EC (AMARAL *et al*. 2018).

Nesse sentido, a ferramenta IntegraEC busca atender algumas das lacunas do setor têxtil identificadas na literatura como a falta de estudos para a conscientização das organizações sobre os princípios da Economia Circular e métodos como normas e regulamentações para colocá-los em prática (PESCE *et al.*, 2020; STAICU; POP, 2018), ausência de ferramentas e/ou condições para empregar práticas circulares no cotidiano das empresas (DAŇO *et al*., 2020).

Em seguida, foram abordadas questões em relação à ferramenta IntegraEC quanto aos benefícios que poderia proporcionar às empresas têxteis. De acordo com um participante, a ferramenta pode auxiliar a analisar a situação da empresa em relação à EC. Uma vez que, possibilita a transição de um modelo extrativo e linear para um modelo mais circular através de práticas e ferramentas que possam auxiliar na superação de sérios problemas ecológicos e sociais.

Dessa forma, o potencial de mudança em como os têxteis são produzidos, consumidos e descartados seria praticável através dos princípios da EC para a proposição de modelos de negócios circulares que promovam o desempenho sustentável (STAICU; POP, 2018). Além disso, a abordagem da EC em empresas têxteis permite que sejam efetuados fornecimentos mais éticos em vista de distanciar a terceirização da produção e, assim, proporcionar mais controle dos processos produtivos e do bem-estar dos colaboradores (STENTON *et al*., 2021). Isto posto, a avaliação da transição de um modelo de negócio para adotar práticas mais circulares e sustentáveis contribui para aprimorar as formas de trabalho, tornar o gerenciamento dos recursos mais eficiente, redução de custos, fornecimento de serviços e proposição de valor direta e indiretamente (BSI, 2017).

Tal como, um participante opinou que a ferramenta IntegraEC pode contribuir para o direcionamento de ações a serem tomadas na implementação da EC. Do

mesmo modo que, outro participante afirmou que a IntegraEC beneficiaria os usuários devido a disponibilização de diretrizes para mapear o estado atual da empresa para entender o cenário e planejar a circularidade de produtos e processos. Uma vez que, o mapeamento das ações pode ser um ponto de partida para a empresa considerar metas estratégicas em relação aos objetivos da EC para analisar a eficácia das políticas internas, dos processos operacionais e dos investimentos (BSI, 2017).

Complementarmente, um participante declarou que a IntegraEC promove acessibilidade às empresas, principalmente as de porte pequeno e médio para a capacitação sobre o termo da EC, além de orientar gestores para atuar em práticas sustentáveis. Assim como, um participante declarou que a IntegraEC permite a implementação da cultura do pensamento do ciclo de vida no setor têxtil, além de proporcionar ao usuário/gestor uma forma de mensurar a maturidade do seu modelo de negócio no âmbito da Economia Circular. Visto que o objetivo da verificação das ações (Passo 1 da IntegraEC) é avaliar as atividades que são desempenhadas pela empresa para verificar o nível de maturidade da circularidade.

Outro participante mencionou sobre a possibilidade de tornar a execução das tarefas mais visíveis e práticas no cotidiano das empresas. E, um participante listou os possíveis benefícios que a IntegraEC pode proporcionar, quais sejam: reconhecimento das ações que estão sendo ou não realizadas em prol da EC; identificação do nível em que a empresa está em relação à EC; identificação das práticas apropriadas para melhoria do nível de circularidade.

Nesse sentido, conforme indagado por Gil-Lamata *et al.* (2022) os principais benefícios da implementação da EC são a geração de novos rendimentos financeiros, produtividade de recursos, vantagens para a continuidade dos negócios, legitimidade social, economia de matéria-prima, capacidade de lidar com a concorrência e adoção de novas políticas e legislações. Bem como, proporciona significativa economia de energia, rendimentos ambientais, geração de empregos locais e oportunidade de integração social e inovação industrial (WYSOKINSKA, 2018).

Por outro lado, questionou-se sobre as possíveis dificuldades que as empresas poderiam se deparar ao usar a ferramenta IntegraEC de forma autônoma. Majoritariamente, de acordo com as respostas declarou-se não haver dificuldades durante a avaliação da ferramenta, visto que 71,42% dos participantes eram

especialistas e, levando-se em consideração o uso empírico da ferramenta poderiam decorrer diferentes resultados e opiniões. Sendo fundamental realizar estudos de casos para aplicar a ferramenta e avaliar o nível de dificuldade dos usuários.

No entanto, um participante afirmou que existe dificuldade para compreender a conexão entre a ferramenta e os indicadores. Por essa razão, foi incluída na aba de indicadores a descrição e o objetivo informando sobre a finalidade dos indicadores poderem auxiliar na adoção das práticas correspondentes e/ou para monitorar as atividades das etapas produtivas.

Da mesma forma que, outro participante declarou que pode haver dificuldade para a empresa caso não possua informações disponíveis ou controle das atividades e fornecedores. Visto que, um sistema de controle gerencial contribui significativamente para os negócios e a sustentabilidade no longo prazo através da mudança de comportamento dos colaboradores por meio da integração dos objetivos das empresas ao abordar oportunidades e riscos ambientais para incluir estratégias em detrimento do sistema de gestão (USSAHAWANITCHAKIT, 2017).

Como sugestão, um participante propôs alterar a estrutura da ferramenta para o formato no *Google Forms* a fim de automatizar as respostas de forma gráfica para que o usuário possa selecionar a opção de resposta dentro da escala de *Likert*. Assim, foi ponderada a possibilidade de alterar a plataforma da estrutura da ferramenta IntegraEC, porém foi considerada inviável devido ao sistema de busca existente no programa Excel e a possibilidade de integrar todos os passos da ferramenta em apenas um *software*.

Outro participante declarou não haver dificuldade momentânea, mas que seria necessário trabalhar com a ferramenta durante um tempo maior para testá-la. Desse modo, compreende-se a necessidade de aplicação empírica da ferramenta IntegraEC em empresas do setor têxtil para avaliar aspectos como a compatibilidade das ações, pois as atividades executadas variam entre o porte das empresas pequenas, médias e grandes, o nível de dificuldade e o tempo utilizado para a aplicação da ferramenta por colaboradores de cargos de nível hierárquico diversos, assim como para investigar a integração dos departamentos durante o desenvolvimento do plano de ação para adotar as práticas.

Por último, um participante elencou as possíveis dificuldades para usar a ferramenta em relação à falta de conhecimento e experiência de termos específicos pelos usuários, pois não possuem conhecimento sistêmico de todas as ações e

práticas já realizadas pela empresa; dificuldade para identificar qual prática seria mais adequada diante de cada ação. Sendo proposta a inversão da matriz, ou seja, correlacionar a ação para cada prática.

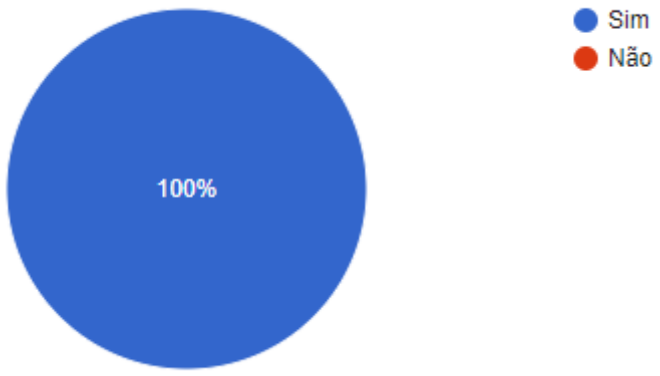
À vista disso, conforme afirmado por Chen *et al.* (2021), os principais inconvenientes para a implementação da EC estão relacionados com a falta de conhecimento e consciência dos consumidores sobre as práticas de reutilização e reciclagem, falta de modelos de negócios e *frameworks* robustos para efetuar a transição da EC, ausência de leis e regulamentações que apóiam a gestão de resíduos, desafios de *redesign* de produtos reciclados ou recuperados, limitações tecnológicas para rastrear materiais reciclados e ausência de um sistema de comunicação unificado para a colaboração entre as partes interessadas.

Nesse sentido, o uso da ferramenta IntegraEC possibilita às empresas a compreensão sistêmica das ações das etapas de produção a fim de auxiliar a tomada de decisão para estipular a prática que será adotada com a finalidade de tornar o modelo de negócio mais circular. Posteriormente, solicitou-se a opinião dos participantes quanto aos níveis de maturidade da circularidade considerados na ferramenta. Dentre as respostas, os níveis de maturidade da circularidade foram considerados bons, coerentes e apropriados com as referências da área, pois foram elaborados com base na literatura e nas ações das empresas têxteis.

Como recomendação, um participante sugeriu consultar o modelo de maturidade da norma ISO 9001 e outro participante sugeriu incluir a porcentagem no resultado final da lista de verificação das ações para facilitar a assimilação com os níveis de maturidade da circularidade. Não obstante, um participante afirmou que poderia haver um problema de compensação por não ter conhecimento sobre a definição dos níveis de maturidade da circularidade. As alterações podem ser consultadas no subcapítulo 4.6.

Posteriormente, os participantes foram indagados sobre as práticas apresentadas na ferramenta IntegraEC para avaliar se poderiam atender as necessidades das empresas de acordo com a atividades apresentadas na etapa de diagnóstico das ações (Passo 1), conforme ilustrado pelo Gráfico 5 a seguir.

Gráfico 5 - Práticas da ferramenta IntegraEC

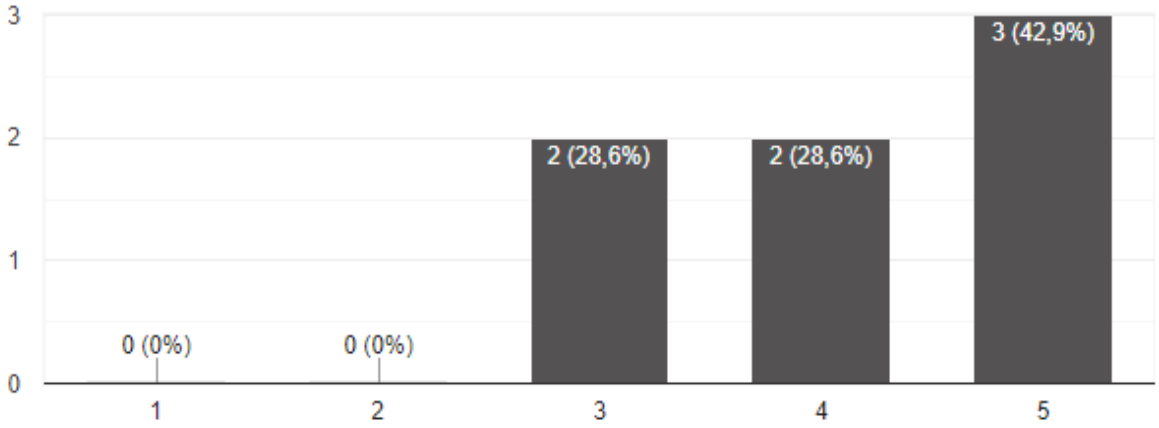


Fonte: A autora (2025).

Conforme ilustrado no Gráfico 5, todos os participantes concordaram que as práticas adotadas na ferramenta IntegraEC poderiam atender as necessidades da empresa no sentido de auxiliá-las durante a implementação da EC. Uma vez que, a lista de ações das etapas apresentadas no Passo 1 da ferramenta IntegraEC visa amparar os usuários para a reflexão e avaliação das atividades internas.

Adiante, as questões acerca da validação da ferramenta IntegraEC são ilustradas pelos Gráficos 6, 7, 8, 9 e 10, respectivamente para demonstrar o percentual de respostas atribuídas de acordo com a escala de *Likert* de 5 pontos para o termo de satisfação.

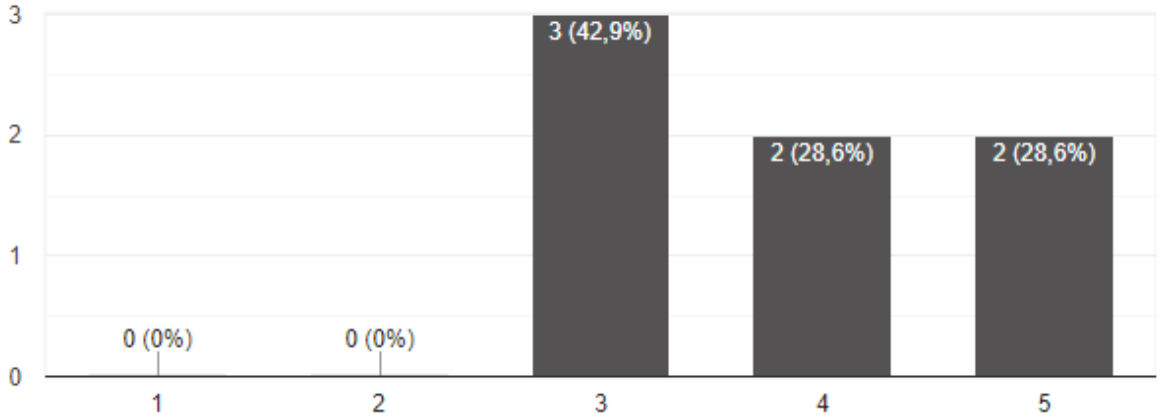
Gráfico 6 - Esclarecimento dos passos da ferramenta



Fonte: A autora (2025).

Segundo o Gráfico 6, 42,9% dos respondentes se sentiram muito satisfeitos quanto aos esclarecimentos dos passos da ferramenta, seguidamente por 28,6% optando por se sentir “satisfeito(a)” e 28,6% optaram pela opção “indeciso(a)”. Desse modo, a explicação para o uso da ferramenta foi aprimorada para tornar mais didática as informações dos passos da ferramenta IntegraEC (ver subcapítulo 4.6).

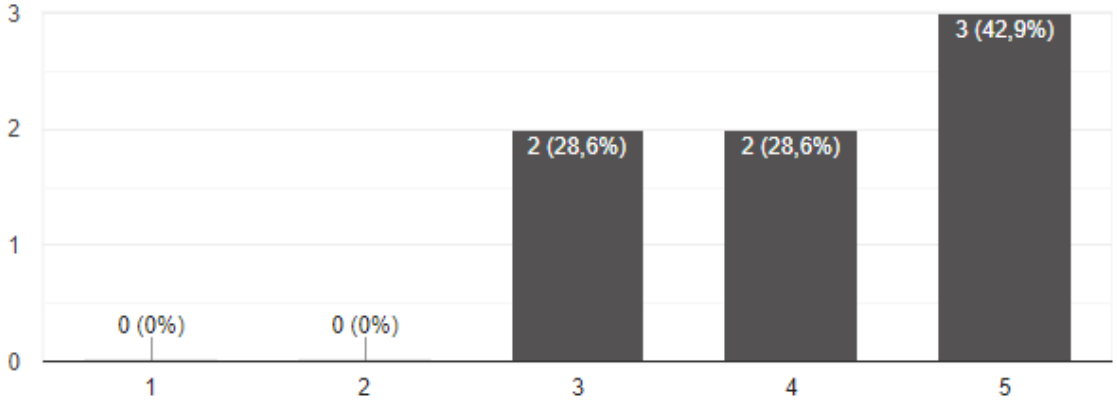
Gráfico 7 - A ferramenta permite acesso rápido às informações das práticas



Fonte: A autora (2025).

Conforme ilustrado pelo Gráfico 7, avaliou-se um dos principais objetivos da ferramenta no que se refere ao acesso rápido às informações das práticas para os usuários. Nesse caso, 42,9% dos participantes indicaram indecisão, 28,6% satisfação e 28,6% muita satisfação. Dessa forma, foram incluídas as práticas que podem atender às ações que demandam melhoria para tornar o acesso às informações das práticas mais ágil, conforme sugerido por um participante.

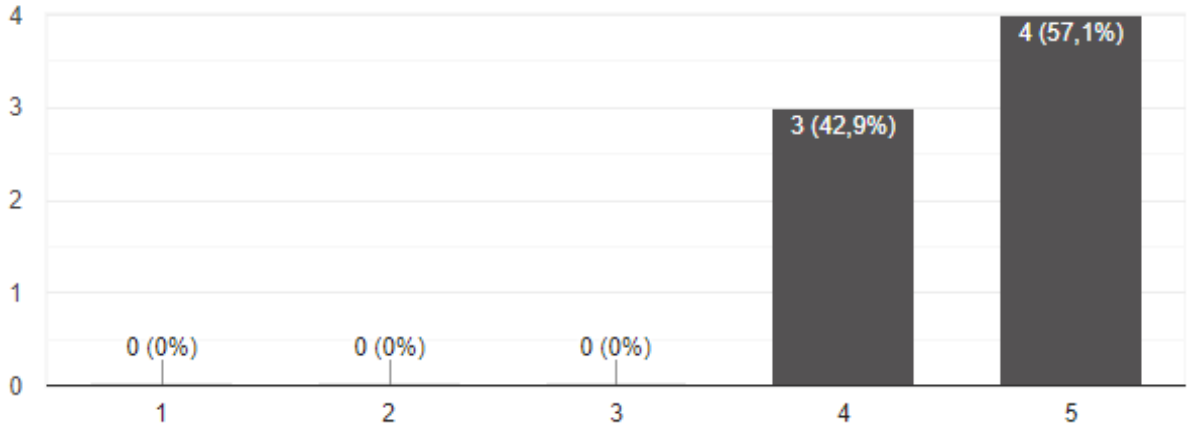
Gráfico 8 - A empresa se sente confiante ao usar a ferramenta



Fonte: A autora (2025).

De acordo com o Gráfico 8, 28,6% dos participantes selecionaram a opção “indeciso(a)”, 28,6% optaram pela resposta “satisfeito(a)” e 42,9% concordam que a empresa se sentirá confiante ao usar a ferramenta IntegraEC. Visto que, o *feedback* para essa questão inclui 71,42% de participação de especialistas, ou seja, existe a possibilidade de as empresas possuírem outro ponto de vista em relação ao método de aplicação da ferramenta.

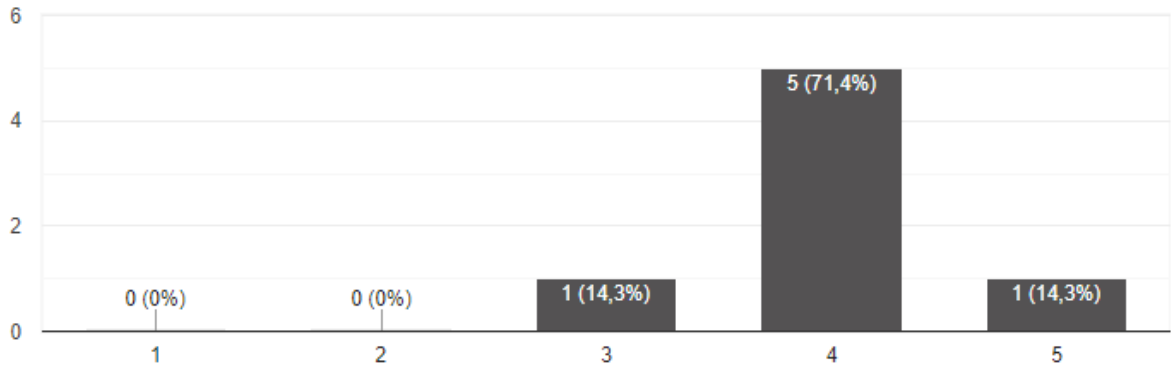
Gráfico 9 - A ferramenta auxilia o processo de tomada de decisão



Fonte: A autora (2025).

O Gráfico 9 apresenta o percentual de resposta quanto ao objetivo da ferramenta para auxiliar o processo de tomada de decisão no que concerne a escolha das práticas. Dessa forma, 42,9% dos participantes se sentem “satisfeitos(as)” e 57,1% se sentem “muito satisfeitos(as)”. Novamente, devido ao retorno dos participantes serem majoritariamente composto por especialistas pode ter contribuído para a avaliação positiva da questão. Sendo assim, fundamental a necessidade de envio posteriormente para mais empresas a fim de obter mais dados sobre a opinião dos participantes e validação da ferramenta IntegraEC.

Gráfico 10 - Contribuição da ferramenta para adoção da Economia Circular



Fonte: A autora (2025).

O Gráfico 10 apresenta a última questão para a validação da ferramenta a fim de avaliar a contribuição da IntegraEC para adoção da EC pelas empresas do setor têxtil. De acordo com as respostas, 14,3% se referem à opção “indeciso(a)”, 71,4% se sentem “satisfeitos(as)” e 14,3% se sentem “muito satisfeito(a)”. Uma vez que, a avaliação abrangeu a opinião de especialistas em sua maioria. Portanto, a ferramenta demanda que seja efetuada a aplicabilidade em sua versão final.

Ao final da pesquisa, os participantes puderam contribuir com comentários ou sugestões para a melhoria da ferramenta IntegraEC. Um participante sugeriu alterar e/ou incluir termos para que as ações apresentadas no Passo 1 da ferramenta estejam mais direcionadas para a Economia Circular. Em relação à questão dos níveis de maturidade da circularidade foi requerido detalhamento voltado para a empresa verificar qual a prioridade destinada aos pontos falhos identificados durante a fase de diagnóstico das ações. Desse modo, foram incluídas as alterações na lista de diagnóstico das ações para torná-la mais orientada à abordagem da EC (subcapítulo 4.6).

Um participante solicitou mais detalhes para esclarecer a escolha dos indicadores adotados para integrá-los com as demais informações da ferramenta e inclusão de uma coluna com as referências bibliográficas para facilitar o acesso aos trabalhos referenciados (subcapítulo 4.6). Em seguida, outro participante considerou a ferramenta prática e robusta, possibilitando acesso rápido à escolha de práticas para auxiliar as empresas adotar a EC, além de possibilitar monitorar eventuais melhorias através da análise das atividades durante o diagnóstico das ações nas etapas operacionais.

Um participante sugeriu utilizar outro termo para a validação da ferramenta, pois a definição dos termos de satisfação pode causar confusão. Nesse caso, poderia ser utilizado o termo de concordância para avaliar a validação da ferramenta. Na generalidade, a maior parte das sugestões estava relacionada ao aprimoramento da estrutura da ferramenta e da relação dos indicadores com as práticas.

Por meio do *feedback* dos participantes da pesquisa, foram adotadas as sugestões para complementar as instruções da ferramenta em relação à visão geral, os níveis de maturidade da circularidade e das práticas selecionadas pelos usuários. Em síntese, os participantes declararam sobre a importância da ferramenta IntegraEC para tornar mais acessível e funcional a adoção da Economia Circular nos modelos de negócios do setor devido a abrangência das etapas da cadeia de valor têxtil, embora fosse necessário testá-la empiricamente nas empresas.

4.5 RESULTADOS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO

O subcapítulo apresenta os resultados da análise de conteúdo conforme apresentada a matriz de categorização (subcapítulo 2.3), que incluiu 4 determinantes significativas, quais sejam: Conceito, Empresa, Desempenho e Ação. Na literatura, os estudos estão mais voltados para o conceito da Economia Circular, sendo realizada a investigação para explorar as práticas que podem influenciar o êxito das empresas do setor têxtil.

Dessa forma, a palavra-chave Economia Circular é mencionada com maior frequência para a categoria Conceito, visto que é o tema decorrente da pesquisa e converge com as palavras Sustentabilidade e Conhecimento. Assim, a definição do que seria uma Economia Circular varia entre os autores, no entanto a finalidade é atingir o desenvolvimento sustentável, incluindo as perspectivas ambiental, social e econômica. Em concordância com Lis *et al*. (2020), o conceito de desenvolvimento sustentável tem como objetivo incluir os critérios sociais e ambientais para a viabilidade econômica no longo prazo. Nesse caso, a origem da EC é baseada dentre as escolas de pensamento nos conceitos da Ecologia Industrial que está pautada na relação entre o meio ambiente e os sistemas econômicos (BRYDGES, 2021).

Na categoria Empresa, as palavras-chave Gestor e Produção expõem a maior frequência de citação, demonstrando coerência com a área em que os usuários da ferramenta atuam no que concerne a tomada de decisão. Conforme Hur; Cassidy (2019), os gestores destacam a importância de integrar uma visão holística da sustentabilidade ao considerar o ciclo de vida dos produtos, assim como a falta de ferramentas adequadas pode influenciar a tomada de decisão de estratégias para adotar práticas ecologicamente corretas. Bem como, os gestores ao estarem ligados diretamente à tomada de decisão, muitas vezes são capacitados por habilidades avançadas dos processos e pela obtenção de conhecimento quanto aos concorrentes, às condições de mercado, as oportunidades e riscos que estão atreladas à transição do modelo de negócio (AHMAD *et al.*, 2020).

Quanto à categoria Desempenho, a palavra-chave Maturidade foi frisada com maior frequência, uma vez que os participantes afirmaram ser um ponto de relevância durante o diagnóstico das atividades operacionais da empresa. Visto que, o nível de maturidade da circularidade permite que sejam elaboradas estratégias desde a concepção de soluções à verificação do desempenho sustentável a fim de identificar as práticas que podem auxiliar as demandas da empresa (TEDESCO; MONTACCHINI, 2020).

Por fim, as palavras-chave Prática e Ferramenta apresentaram maior citação em razão de estar relacionada com o processo de integração da EC nas empresas do setor têxtil. Uma vez que, a falta de conhecimento sobre as ferramentas que auxiliam o processo de certificação dos processos contribui para a lacuna entre a teoria e a prática da Economia Circular (WAGNER; HEINZEL, 2020). Nesse sentido, as certificações podem fornecer suporte às empresas para adotarem medidas de sustentabilidade, bem como para demonstrar proatividade às partes interessadas (WARASTHE *et al.*, 2020).

A seguir, são discutidas as alterações adotadas para o refinamento da versão final da ferramenta IntegraEC.

4.6 VERSÃO FINAL DA FERRAMENTA INTEGRAEC

Esse subcapítulo apresenta os recursos alterados por meio da incorporação das sugestões dos participantes da pesquisa conforme discutido no subcapítulo 4.4 com a finalidade de aprimorar a versão final da ferramenta conceitual. Desse modo,

para o aprimoramento do Passo 0, foi incluída a descrição da estrutura da ferramenta de acordo com as fases produtivas da cadeia de valor têxtil.

No Passo 1, foram efetuadas modificações na abordagem de algumas ações da lista de verificação para aperfeiçoar a finalidade de cada ação como apontado pelos especialistas. Por exemplo: a ação da etapa de Design (De002) apresentava-se como “A empresa mantém uma lista com todos os materiais e componentes usados na produção” foi alterado para “A empresa mantém uma lista com todos os materiais usados na produção para avaliar o uso em novos ciclos”. Em razão de apresentar a descrição das ações de acordo com a realidade das atividades das empresas para dialogar com o conceito e os princípios da Economia Circular.

Assim como, a ação (De010) que previamente abordava “É discutida a inovação nos processos e no desenvolvimento dos produtos”, acrescentou-se “É discutida a inovação nos processos e no desenvolvimento dos produtos para viabilizar a EC”. Pois, de acordo com a opinião de um participante a inovação não está diretamente ligada à EC e/ou pode prejudicar a sua transição.

Na descrição anterior da etapa de Consumo para a ação (Cn001) denominava-se “São realizadas pesquisas quanto ao comportamento dos consumidores” foi alterado para “São realizadas pesquisas sobre o engajamento dos consumidores em relação à preocupação com a sustentabilidade”. Visto que a mudança de um modelo de negócio mais circular requer acima de tudo o envolvimento ativo entre os integrantes do mercado como as partes interessadas da cadeia produtiva, designers de produtos e consumidores que está atrelada ao comportamento de consumo e de atividades após o fim de uso (KOSZEWSKA *et al.*, 2020).

Na etapa de Fiação a ação (Fi009) se apresentava como “As barreiras financeiras impedem que as mudanças em direção à sustentabilidade ocorram nos processos produtivos” foi modificada para “Há investimento para que as mudanças em direção à sustentabilidade ocorram nos processos produtivos”. Visto que, com a descrição anterior quanto maior a pontuação pior seria o indicador conforme apontado por um participante e, assim, foi realizada a modificação na abordagem para tornar o valor da pontuação diretamente proporcional à ação.

Para o cálculo do nível de maturidade da circularidade (MC) através do diagnóstico das ações, foi alterado para ser apresentado em porcentagem a fim de contribuir com a identificação do nível de maturidade da circularidade no Passo 2.

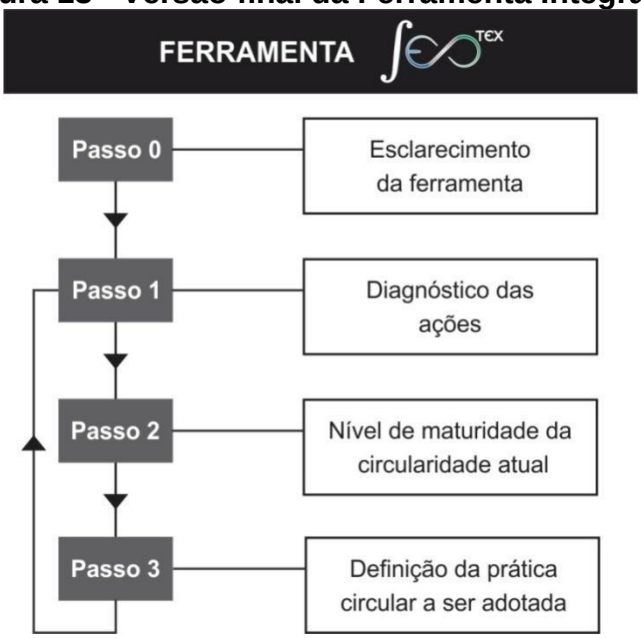
De acordo com um participante seria interessante para os usuários da ferramenta após visualizar o nível de maturidade da circularidade, retornar ao Passo 1 para verificar qual etapa produtiva será priorizada caso existam muitos pontos falhos.

Dessa forma, foi incluída na ilustração da estrutura da ferramenta a conexão entre o Passo 3 retornando ao Passo 1. Assim como, foram acrescidas informações nas observações do Passo 0 quanto à recomendação para o usuário refazer o diagnóstico das ações (Passo 1) após adotar a prática para reavaliar o progresso no nível de maturidade da circularidade a fim de efetuar melhorias contínuas nas etapas operacionais.

Conforme a sugestão de um participante a classificação do título “Nível de aplicação da prática” foi substituída por “Nível de maturidade”. Além disso, segundo observado por um participante em relação às práticas a norma certificável para o Sistema de Gestão da Qualidade foi substituída pela ISO 9001. Um participante sugeriu incluir o uso dos indicadores do *Global Reporting Initiative* (GRI) e uma coluna contendo o *link* de acesso aos trabalhos referenciados.

Através do retorno dos participantes em relação à opinião sobre os níveis de maturidade da circularidade observou-se que houve dúvidas em relação à quais etapas as empresas deveriam priorizar inicialmente. Desse modo, foram acrescentadas as práticas em cada ação a fim de auxiliar a tomada de decisão das empresas no Passo 1 da ferramenta. A Figura 13 apresenta a versão final da estrutura da ferramenta IntegraEC e as alterações incluídas na versão final podem ser consultadas no material suplementar em formato Excel.

Figura 13 - Versão final da Ferramenta IntegraEC



Fonte: A autora (2025).

Desse modo, a IntegraEC é uma ferramenta simples para ser manuseada, pois necessita apenas do software Excel tanto para avaliar as atividades operacionais como para calcular o nível de maturidade da circularidade. Além disso, a IntegraEC não busca definir como a empresa deve aplicar as práticas, posto que as ações podem ser adotadas para aprimorar as práticas existentes. Assim, a estimativa do período de transição do modelo de negócio dependerá de um conjunto de fatores individuais de cada empresa.

A apresentação dos passos da IntegraEC pode ser consultada no Apêndice F.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo da presente dissertação foi desenvolver uma ferramenta conceitual para auxiliar o processo de tomada de decisão das empresas visando apoiar a transição dos modelos de negócios em direção à Economia Circular com base nas atividades desenvolvidas internamente a fim de superar as barreiras identificadas na literatura.

Em vista disso, através do desenvolvimento teórico da ferramenta piloto embasado pela revisão sistemática da literatura e análise documental foram identificadas 41 práticas e indicadores que foram correlacionadas de forma integrada para auxiliar a escolha e o método de implementação pelas empresas. Assim, a avaliação da ferramenta IntegraEC pelos sete participantes da pesquisa contribuiu para o desenvolvimento da versão final, sendo consideradas as sugestões para o refinamento quanto aos esclarecimentos da ferramenta, aos níveis de maturidade da circularidade e das práticas.

Por essa perspectiva, conclui-se que o estabelecimento da versão final da ferramenta IntegraEC atendeu ao objetivo da pesquisa em vista de identificar as práticas que as empresas têxteis podem adotar como diretriz em direção à Economia Circular. Dessa forma, a ferramenta IntegraEC permite que seja efetuada uma análise sistêmica das atividades nas etapas operacionais para que as empresas possam visualizar a situação atual frente à implementação da abordagem da Economia Circular, contribuir para a conscientização dos colaboradores quanto ao tema da Economia Circular, identificar os pontos fortes e os pontos de melhoria, fornece informação sobre o nível de maturidade da circularidade e das práticas que objetivam a melhoria contínua do modelo de negócio.

Bem como, pode auxiliar no processo de tomada de decisão no nível micro, ou seja, visa o compartilhamento de informações dentre os processos e produtos; além de apoiar decisões nos níveis meso, macro e estratégico em ordem de selecionar práticas que podem influenciar além do sistema do produto como setores externos; permite o monitoramento da utilização das práticas para analisar os impactos relacionados direta e indiretamente ao ciclo de vida do produto.

Nesse sentido, ao considerar o trabalho colaborativo entre as empresas e as partes interessadas da cadeia conjuntamente com as instituições governamentais e a sociedade possibilita subsídios para auxiliar a transição do setor têxtil em um

sistema mais circular no longo prazo através de novos modelos de negócios. Além do prognóstico dos benefícios financeiros, dado que a implementação da EC apresenta um cenário com muitos riscos e relevantes oportunidades nas dimensões ambientais, econômicas e sociais.

Desse modo, para que um modelo de gestão circular seja praticado de forma eficaz em modelos de negócios dentro das cadeias de abastecimentos é imperativo estabelecer a troca de informações sobre as avaliações das dimensões econômicas, ambientais e sociais dos impactos inerentes aos processos para a proposição de ações que visam o desenvolvimento sustentável. Logo, as práticas podem ser usadas para apoiar o cumprimento de normas técnicas e regulamentações políticas com o compromisso de reduzir os impactos negativos no sistema e viabilizar o reaproveitamento dos resíduos em novos ciclos, conjuntamente com a cooperação entre os consumidores e as organizações.

No entanto, existem algumas limitações devido à reduzida quantidade de respostas para a validação da ferramenta, visto que a pesquisa foi composta majoritariamente por especialistas acadêmicos. Por esse motivo, alguns pontos podem afetar a estimativa do nível de maturidade da circularidade frente à realidade das empresas, assim como a ausência de informação sobre os passos para o estabelecimento do plano de ação seguido pela escolha da prática ou indicador, pois cada caso apresenta fatores particulares como cultura organizacional, prazo de implementação da prática, ausência de recurso humano qualificado, investimentos, estrutura organizacional, etc.

Desse modo, em razão das limitações da pesquisa sugere-se para pesquisas futuras efetuar a validação da ferramenta IntegraEC com mais empresas e especialistas, realizar estudos de caso múltiplo em empresas de diferentes portes, atualização de novas práticas, maior aprofundamento no uso das práticas e dos indicadores, avaliar a efetividade da transição dos modelos de negócios, bem como ponderar o *benchmarking* das práticas adotadas no setor têxtil.

REFERÊNCIAS

ABIPET. **O PET é o plástico número 1 em reciclagem.** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET, 2022. Disponível em: https://abipet.org.br/sobre-a-abipet/. Acesso em: 24 out. 2022.

ABIT. **Perfil do setor.** ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO, 2022. Disponível em: https://www.abit.org.br/cont/perfil-do-setor. Acesso em: 29 mar. 2022.

_____. **NBR ISO 9001**: Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

ADAM, Marcus. The role of human resource management (HRM) for the implementation of sustainable product-service systems (PSS)-An analysis of fashion retailers. **Sustainability**, v. 10, n. 7, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/su10072518. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/10/7/2518.

AHMAD, Sumera *et al*. Exploration of influential determinants for the adoption of business intelligence system in the textile and apparel industry. **Sustainability**, v. 12, n. 18, p. 1–21, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12187674. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7674.

AILENEI, Eugen Constantin *et al*. New composite materials using polyester woven fabric scraps as reinforcement and thermoplastic matrix. **Industria Textila**, v. 72, n. 1, p. 62–67, 2021. DOI: https://10.35530/IT.072.01.1837. Disponível em: http://revistaindustriatextila.ro/images/2021/1/08%20EUGEN%20CONSTANTIN%20AILENEI%20Industria%20Textila%201_2021.pdf.

ALAYÓN, Cláudia *et al*. Conceptual sustainable production principles in practice: Do they reflect what companies do? **Journal of Cleaner Production**, v. 141, p. 693–701, jan. 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.09.079. Disponível em: https://www-sciencedirect.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0959652616314202.

ALSHAAER, Mazzen. Synthesis, Characterization, and Recyclability of a Functional Jute-Based Geopolymer Composite. **Frontiers in Built Environment**, v. 7, n. 631307, p. 1–13, 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fbuil.2021.631307. Disponível em: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbuil.2021.631307/full.

AMARAL, Mariana Correa *et al*. Industrial textile recycling and reuse in Brazil: case study and considerations concerning the circular economy. **Gestão & Produção**, v. 25, n. 3, p. 431–443, 16 abr. 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/0104-530X3305. Disponível em: https://www.scielo.br/j/gp/a/65F6GD8rvkYGfnqJQ83XWnF.

ARAÚJO, Romeu *et al*. The quality management system as a driver of organizational culture: An empirical study in the Portuguese textile industry. **Quality Innovation Prosperity**, v. 23, n. 1, p. 1–24, 2019. DOI: https://10.12776/QIP.V23I1.1132. Disponível em: https://www.semanticscholar.org/paper/The-Quality-Management-

System-as-a-Driver-of-An-in-Araujo-Santos/4a716708b9cf58b93cfec5a5d4573b66468f9624.

ARDUSSO, Maialen Gisel *et al*. COVID-19 pandemic repercussions on plastic and antiviral polymeric textile causing pollution on beaches and coasts of South America. **Science of the Total Environment**, v. 763, n. 144365, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144365. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720378967?via%3Dihub.

ARRIGO, Elisa. Global sourcing in fast fashion retailers: Sourcing locations and sustainability considerations. **Sustainability**, v. 12, n. 2, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12020508. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/2/508.

AVADANEI, Manuela *et al*. ICT new tools for a sustainable textile and clothing industry. **Industria Textila**, v. 71, n. 05, p. 504–512, 28 out. 2020. DOI: https://10.35530/IT.071.05.1811. Disponível em: http://www.revistaindustriatextila.ro/images/2020/5/015%20MANUELA%20AVADANEI_Industria%20Textila%205_2020.pdf.

AVADANEI, Manuela *et al*. Clothing development process towards a circular model. **Industria Textila**, v. 72, n. 01, p. 89–96, 28 fev. 2021. DOI: https://10.35530/IT.072.01.1563B. Disponível em: http://www.revistaindustriatextila.ro/images/2021/1/12%20MANUELA%20AVADANEI%20Industria%20Textila%201_2021.pdf.

AYRES, Robert; AYRES, Leslie. **A handbook of industrial ecology**. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.

BAIG, Sajjadm Ahmad *et al*. Barriers to the adoption of sustainable supply chain management practices: Moderating role of firm size. **Cogent Business and Management**, v. 7, n. 1, 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1841525. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311975.2020.1841525.

BEH, Loo See *et al*. Second-life retailing: a reverse supply chain perspective. **Supply Chain Management**, v. 21, n. 2, p. 259–272, 2016. DOI: https://doi.org/10.1108/SCM-07-2015-0296. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SCM-07-2015-0296/full/html.

BENYUS, Janine. **Biomimicry: innovation inspired by nature**. London: Harper Collins, 1997.

BESHAH, Dawit Alemu *et al.* Characterization and recycling of textile sludge for energy-efficient brick production in Ethiopia. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 13, p. 16272–16281, 2021. DOI: https://10.1007/s11356-020-11878-7. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7969488/.

BNDES. **Panorama da Cadeia Produtiva Têxtil e de Confecções e a Questão da Inovação**. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Rio de Janeiro,

n. 29, p. 159-202, 2009. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1964/2/BS%2029_Panorama%20da%20cadeia%20produtiva%20t%c3%aaxtil_P.pdf.

BOF. **The Sustainability Gap - How fashion measures up**. Business of Fashion. 2021. Disponível em: https://www.businessoffashion.com/reports/sustainability/measuring-fashions-sustainability-gap-download-the-report-now/.

BORG, Daniel *et al.* Consumer acceptance and value in use-oriented product-service systems: Lessons from Swedish consumer goods companies. **Sustainability**, v. 12, n. 19, p. 1–19, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12198079. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/19/8079.

BOTTANI, Eleonora *et al*. A model for assessing economic and environmental sustainability dimensions of a fashion supply chain and a case study. **IFAC-Papers OnLine**, v. 52, n. 13, p. 361–366, 2019. DOI: https://10.1590/0103-6513.20190156. Disponível em: https://www.scielo.br/j/prod/a/Wn44NgthkhLkwpRZGChrxck/?format=pdf&lang=en.

BRASIL. Lei nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**: seção 1, República Federativa do Brasil, 12 jan. 2022.

BRAUN, Gregor *et al*. Environmental consequences of closing the textile loop - life cycle assessment of a circular polyester jacket. **Applied Sciences**, v. 11, n. 7, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/app11072964. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/7/2964.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Framework for implementing the principles of the circular economy in organizations – Guide**. BSI Standards Limited. 2017. Disponível em: file:///C:/Users/home/Downloads/BS8001_2017_Framework.pdf.

BRITO, Marisa de. Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe: Organisation and performance. **International Journal of Production Economics**, v. 114, n. 2, p. 534–553, 2008. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2007.06.012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527308000480.

BRYDGES, Taylor. Closing the loop on take, make, waste: Investigating circular economy practices in the Swedish fashion industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 293, p. 126245, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126245. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652621004650.

BUKHARI, Mohammad Abdullatif *et al.* Developing a national programme for textiles and clothing recovery. **Waste Management and Research**, v. 36, n. 4, p. 321–331, 2018. DOI: https://doi.org/10.1177/0734242X18759190. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0734242X18759190.

CAGNO, Enrico *et al*. One Framework to Rule Them All: An Integrated, Multi-level and Scalable Performance Measurement Framework of Sustainability, Circular Economy and Industrial Symbiosis. **Sustainable Production and Consumption**, v. 35, p. 55-71, 2022. DOI: doi.org/10.1016/j.spc.2022.10.016. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352550922002834.

CAI, Ya Jun; CHOI, Tsan Ming. A United Nations' Sustainable Development Goals perspective for sustainable textile and apparel supply chain management. **Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review**, v. 141, 2020. DOI: https://10.1016/j.tre.2020.102010. Disponível em: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32834741/.

CAMACHO-OTERO, Juana *et al*. Consumer engagement in the circular economy: Exploring clothes swapping in emerging economies from a social practice perspective. **Sustainable Development**, v. 28, n. 1, p. 279–293, 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/sd.2002. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/sd.2002.

CĂRPUȘ, Eleftalea *et al.* Textile packaging waste in the context of implementing the concept of circular economy. **IndustriaTextila**, v. 71, n. 05, p. 499–503, 30 out. 2020. DOI: https://10.35530/IT.071.05.1836. Disponível em: http://revistaindustriatextila.ro/images/2020/5/014%20EFTALEA%20C%C4%82RPU%C8%98_Industria%20Textila%205_2020.pdf.

CASTAÑEDA-NAVARRETE, Jennifer *et al.* COVID-19's impacts on global value chains, as seen in the apparel industry. **Development Policy Review**, v. 39, n. 6, p. 1-18, dec. 2020. DOI: https://doi.org/10.1111/dpr.12539. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/dpr.12539.

CERVO, Amado Luiz *et al.* **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson, 2011.

CETESB. **Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil - Série P + L**. 2009.

CHEN, Fangli *et al*. A review: life cycle assessment of cotton textiles. **Industria Textila**, v. 72, n. 01, p. 19–29, 28 fev. 2021a. DOI: https://10.35530/IT.072.01.1797. Disponível em: http://revistaindustriatextila.ro/images/2021/1/03%20FANGLI%20CHEN%20Industria%20Textila%201_2021.pdf.

CHEN, Wen Kuo *et al*. Apply dematel to analyzing key barriers to implementing the circular economy: An application for the textile sector. **Applied Sciences**, v. 11, n. 8, 2021b. DOI: https://doi.org/10.3390/app11083335. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/8/3335.

CHERTOW, Marian. "Uncovering" industrial symbiosis. **Journal of Industrial Ecology**, v. 11, n. 1, 2007. Disponível em: https://cie.research.yale.edu/sites/default/files/uncovering_ie.pdf.

CHU, Jiang *et al*. Assessing the environmental profit and loss of the textile industry: A case study in China. **Industria Textila**, v. 72, n. 1, p. 55–61, 2021. DOI: https://10.35530/IT.072.01.1787. Disponível em: http://revistaindustriatextila.ro/images/2021/1/07%20JIANG%20CHU%20Industria%20Textila%201_2021.pdf

CNI. Confederação Nacional da Indústria. **Pesquisa sobre economia circular na indústria brasileira**. 2019. Disponível em: https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/91/29/91292dcc-f023-47cb-a52b-661c36cc6fa7/pesquisa_sobre_economia_circular_2019_1.pdf. Acesso em: 07 nov. 2022.

CORREIA, José M. F. **Transição das práticas de produção mais limpa para economia circular: *survey* por porte em indústrias têxteis localizadas no Brasil**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Nove de Julho, São Paulo, 2020.

COSTA, Catarina *et al*. Textile industry in a changing world: Challenges of sustainable development. **U. Porto Journal of Engineering**, v. 6, n. 2, p. 86–97, 2020. DOI: https://doi.org/10.24840/2183-6493_006.002_0008. Disponível em: https://journalengineering.fe.up.pt/article/view/2183-6493_006.002_0008.

COSTA, Isabella *et al.* Ecological Footprint as a sustainability indicator to analyze energy consumption in a Portuguese textile facility. **International Journal of Energyand Environmental Engineering**, v. 10, n. 4, p. 523–528, 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/s40095-018-0268-6. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s40095-018-0268-6.

CRAMER, Jacqueline. Key drivers for high-grade recycling under constrained conditions. **Recycling**, v. 3, n. 2, p. 1–15, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/recycling3020016. Disponível em: https://www.mdpi.com/2313-4321/3/2/16.

CURA, Kirst *et al.* Textile recognition and sorting for recycling at an automated line using near infrared spectroscopy. **Recycling**, v. 6, n. 1, p. 1–12, 2021.

DADI, Diriba *et al.* Environmental and health impacts of effluents from textile industries in Ethiopia: the case of Gelan and Dukem, Oromia Regional State. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 189, n. 1, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/recycling6010011. Disponível em: https://www.mdpi.com/2313-4321/6/1/11.

DAŇO, Ferdinandi *et al.*Circular business models in textiles and apparel sector in Slovakia. **Central European Business Review**, v. 9, n. 1, p. 1–19, 2020. DOI: https://10.18267/j.cebr.226. Disponível em: https://cebr.vse.cz/artkey/cbr-202001-0001_circular-business-models-in-textiles-and-apparel-sector-in-slovakia.php.

DHIR, Amandeep *et al*. Why do retail consumers buy green apparel? A knowledge-attitude-behaviour-context perspective. **Journal of Retailing and Consumer Services**, v. 59, n. 102398, mar. 2021. DOI:

https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2020.102398. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969698920314065.

DHONDE, Bavesh; PATEL, Chetan. Implementing circular economy concepts for sustainable urban freight transport: Case of textile manufacturing supply chain. **Acta Logistica**, v. 7, n. 2, p. 131–143, 2020. DOI: 10.22306/al.v7i2.172. Disponível em: https://www.actalogistica.eu/issues/2020/No_II_2020.pdf.

DICUONZO, Grazia *et al.* The key drivers of born-sustainable businesses: Evidence from the Italian fashion industry. **Sustainability**, v. 12, n. 24, p. 1–16, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su122410237. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/24/10237.

DI MAIO, Francesco; REM, Peter Carlo. A Robust Indicator for Promoting Circular Economy throught Recycling. **Journal of Environmental Protection**, v. 6, n. 10, 2015. DOI: https://dx.doi.org/10.4236/jep.2015.610096. Disponível em: https://www.scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=60160.

ĐORĐEVIĆ, Dragoljub Branislav *et al*. Studying the corporate social responsibility in apparel and textile industry. **Industria Textila**, v. 70, n. 4, p. 336–341, 2019. DOI: 10.35530/IT.070.04.1572. Disponível em: http://www.revistaindustriatextila.ro/images/2019/4/007%20DRAGOLJUB%20Industria%20Textila%2004_2019.pdf.

EARLEY, Rebecca. Designing Fast & Slow. Exploring fashion textile product lifecycle speeds with industry designers. **Design Journal**, v. 20, n. sup1, p. S2645–S2656, 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352776. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14606925.2017.1352776?cookieSet=1.

EEA.**Textiles in Europe's circular economy**. European Environment Agency. 2019. Disponível em: https://www.eea.europa.eu/publications/textiles-in-europes-circular-economy/textiles-in-europe-s-circular-economy.

ELO, Satu *et al*. Qualitative Content Analysis: A Focus on Trustworthiness. **SAGE Open**, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2014. DOI: https://doi.org/10.1177/2158244014522633. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2158244014522633.

EMF. **A new textiles economy: redesigning fashion's future**. Ellen MacArthur Foundation. 2017. Disponível em: https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/A-New-Textiles-Economy_Full-Report_Updated_1-12-17.pdf%0Ahttps://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/A-New-Textiles-Economy_Full-Report_Updated_1-12-17.pdf.

EMF. **Measure business circularity: Circulytics**. Ellen MacArthur Foundation. 2020. Disponível em: https://ellenmacarthurfoundation.org/resources/circulytics/overview

EMF; GRANTA DESIGN. **Circularity indicators An approach to measuring circularity**. Ellen MacArthur Foundation. 2019. Disponível em: http://www.ellenmacarthurfoundation.org/circularity-indicators.

ENES, Esra; KIPÖZ, Şölen. Turkey fashion industry's Cut-and-sew waste problem and its waste management strategies. **Tekstilve Muhendis**, v. 26, n. 113, p. 97–103, 2019. DOI: https://doi.org/10.7216/1300759920192611311. Disponível em: https://www.tekstilvemuhendis.org.tr/tr/2019_-cilt-26-/113/.

ERDIL, Ayşenur; TAÇGIN, Erturul. Potential risks and their analysis of the apparel & textile industry in Turkey: A quality-oriented sustainability approach. **Fibres and Textiles in Eastern Europe**, v. 26, n. 6, p. 30–42, 2018. DOI: https://10.5604/01.3001.0012.2526. Disponível em: http://fibtex.lodz.pl/article2040.html.

ERDOGAN, UmitHalis *et al.* Recycling of cellulose from vegetable fiber waste for sustainable industrial applications. **IndustriaTextila**, v. 70, n. 1, p. 37–41, 2019. DOI: https://10.35530/IT.070.01.1553. Disponível em: http://www.revistaindustriatextila.ro/images/2019/1/007%20UMIT%20HALIS%20ERDOGAN%20Industria%20Textila%20no%201_2019.pdf.

FISCHER, Aglaia; PASCUCCI, Stefano. Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 155, p. 17–32, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.038. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616320935.

FOGARASSY, Csaba *et al*. The Development of a Circular Evaluation (CEV) Tool – case study for the 2024 Budapest Olympics. Hungarian Agricultural Engineering, n. 31, p. 10-20, 2019. DOI: https://doi.org/10.17676/HAE.2017.31.10. Disponível em: http://real.mtak.hu/55551/.

FU, Bailu *et al.* Blockchain enhanced emission trading framework in fashion apparel manufacturing industry. **Sustainability**, v. 10, n. 4, p. 1–19, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/su10041105. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/10/4/1105.

FURFERI, Rocco *et al.* Circular Economy Guidelines for the Textile Industry. **Sustainability**, v. 14, n. 11111, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/su141711111. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/14/17/11111.

GARCIA-TORRES, Sofia *et al.* Effective disclosure in the fast-fashion industry: From sustainability reporting to action. **Sustainability**, v. 9, n. 12, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/su9122256. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/9/12/2256.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL-LAMATA, Mercedes; LATORRE, Pilar Martínez. The Circular Economy and Sustainability: A Systematic Literature Review. **Cuadernos de Gestión**, v. 22, n. 1, p. 129-142, 2022. DOI: https://doi.org/10.5295/cdg.211492mg. Disponível em: https://redib.org/Record/oai_articulo3629044-circular-economy-sustainability-a-systematic-literature-review.

GIORDANO, Roberto *et al.* Building the fashion's future: How turn textiles' wastes into ecological building products Strategic. **Design Research Journal**, v. 13, n. 2, 2020. Disponível em: https://revistas.unisinos.br/index.php/sdrj/article/view/sdrj.2020.132.11.

GOLDSWORTHY, Kate; ELLAMS, Dawn. Collaborative Circular Design. Incorporating Life Cycle Thinking into an Interdisciplinary Design Process. **Design Journal**, v. 22, n. sup1, p. 1041–1055, 2019. DOI: https://doi.org/10.1080/14606925.2019.1595416. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14606925.2019.1595416.

GÖNLÜGÜR, Miray Emreol. Sustainable Production Methods in Textile Industry. **Textile Industry and Environment**, 2019. DOI: https://10.5772/intechopen.84316. Disponível em: https://www.intechopen.com/chapters/65473.

GOTS. **Global Organic Textile Standard Version 6.0**. Ecology & Social Responsibility. 2021. Disponível em: https://global-standard.org/images/resource-library/documents/standard-and-manual/gots_version_6_0_en1.pdf.

GRAEDEL, Thomas; ALLENBY, Braden. **Industrial ecology**. London: Pearson, 2002.

GRAVAGNUOLO, Antonia *et al.* Circular Economy Strategies in Eight Historic Port Cities: Criteria and Indicators Towards a Circular City Assessment Framework. **Sustainability**, v. 11, n. 13, p. 3512, 26 jun. 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/su11133512. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/11/13/3512.

GRETHE, Thomas. Biodegradable synthetic polymers in textiles – what lies beyond PLA and medical applications? A review. **Tekstilec**, v. 64, n. 1, p. 32–46, 2021. DOI: 10.14502/Tekstilec2021.64.32-46. Disponível em: http://www.tekstilec.si/wp-content/uploads/2021/01/10.14502Tekstilec2021.64.32-46.pdf.

GRI. **GRI Sector Standards Project for Textiles and Apparel: Project proposal**. Global Reporting Initiative. 2022. Disponível em: https://www.globalreporting.org/media/2aflpey5/gri-sector-standards-project-for-textiles-and-apparel-approved-project-proposal.pdf

HALIMI, Mohamed Taher *et al.* Optimization and valorization of recycled fiber in non-woven fabric. **Industria Textila**, v. 69, n. 06, p. 440–445, 2018. DOI: https://10.35530/IT.069.06.1534. Disponível em: http://www.revistaindustriatextila.ro/images/2018/06/003_MOHAMED%20TAHER%20HALIMI_Industria%20Textila%20no%206_2018.pdf.

HAN, Sara Li-Chou *et al.* Standard vs. Upcycled Fashion Design and Production. **Fashion Practice**, v. 9, n. 1, p. 69–94, 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/17569370.2016.1227146. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17569370.2016.1227146.

HANEY, Aoife *et al.* **The Circular Economy: Boundaries and Bridges**. Saïd Business School. University of Oxford, set. 2019. Disponível em: https://www.sbs.ox.ac.uk/sites/default/files/2019-09/the-circular-economy.pdf.

HARTLINE, Niko *et al.* Microfiber Masses Recovered from Conventional Machine Washing of New or Aged Garments. **Environmental Science and Technology**, v. 50, n. 21, p. 11532–11538, 2016. DOI: https://10.1021/acs.est.6b03045. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.6b03045.

HAUSCHILD, Michael Zwicky. **Introduction to LCA Methodology**. Life Cycle Assessment. Cham: Springer International Publishing, 2018.

HAWKEN, Paul *et al.* **Natural capitalism: creating the next industrial revolution**. London: Routledge, 2010.

HEDEGÅRD, Lars *et al.* Management of sustainable fashion retail based on reuse – A struggle with multiple logics. **International Review of Retail**, Distribution and Consumer Research, v. 30, n. 3, p. 311-330, 2020. DOI: https://doi.org/10.1080/09593969.2019.1667855. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09593969.2019.1667855.

HENRY, Beverley *et al.* Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment. **Science of the Total Environment**, v. 652, p. 483–494, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.166. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004896971834049X.

HOFMAN, Peter *et al.* Supply chain collaboration and eco-innovations: An institutional perspective from China. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 6, p. 2734–2754, 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/bse.2532. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bse.2532.

HOLTSTRÖM, Johan *et al.* Business model development for sustainable apparel consumption: The case of Houdini Sportswear. **Journal of Strategy and Management**, v. 12, n. 4, p. 481–504, 2019. DOI: https://doi.org/10.1108/JSMA-01-2019-0015. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JSMA-01-2019-0015/full/html.

HOWARD, Mickey *et al.* Going beyond waste reduction: Exploring tools and methods for circular economy adoption in small-medium enterprises. **Resources, Conservation & Recycling**, v. 182, n. 106345, Apr. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106345. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344922001902?via%3Dihub.

HUQ, Fahian Anisul; STEVENSON, Mark. Implementing Socially Sustainable Practices in Challenging Institutional Contexts: Building Theory from Seven Developing Country Supplier Cases. **Journal of Business Ethics**, v. 161, n. 2, p. 415–442, 2020. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10551-018-3951-x.

HUSSAIN, Abrar*et al.* Circular economy approach to recycling technologies of post-consumer textile waste in Estonia: A review. **Proceedings of the Estonian Academy of Sciences**, v. 70, n. 1, p. 80–90, 2021. DOI: https://10.3176/PROC.2021.1.07. Disponível em: https://kirj.ee/proceedings-of-the-estonian-academy-of-sciences-publications/?filter%5Byear%5D=2021&filter%5Bissue%5D=416&filter%5Bpublication%5D=3330&v=19d3326f3137.

ISLAM, Md Mazedul *et al.* Mapping environmentally sustainable practices in textiles, apparel and fashion industries: a systematic literature review. **Journal of Fashion Marking and Management: An International Journal**, v. 25, n. 2, p. 331-353, 2021. DOI: https://doi.org/10.1108/JFMM-07-2020-0130. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFMM-07-2020-0130/full/html.

IVANOVIĆ, Tijana *et al.* Bio-based polyester fiber substitutes: From GWP to a more comprehensive environmental analysis. **Applied Sciences**, v. 11, n. 7, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/app11072993. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/7/2993.

JÄÄMA, Lauri; KAIPIA, Riikka. The first mile problem in the circular economy supply chains - Collecting recyclable textiles from consumers. **Waste Management**, v. 141, p. 173-182, mar. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X22000137?via%3Dihub.

JESZKA, A. Supply chain collaboration and cost saving as a result of returns handling programmes in retail corporations in Poland. **LogForum**, v. 11, n. 3, p. 227–236, 2015. DOI: https://10.17270/J.LOG.2015.3.2. Disponível em: https://www.logforum.net/pdf/11_3_2_15.pdf.

JOHNSON, Emma; PLEPYS, Andrius. Product-Service Systems and Sustainability: Analysing the Environmental Impacts of Rental Clothing. **Sustainability**, v. 13, n. 4, p. 2118, 16 fev. 2021. DOI: 10.3390/su13042118. Disponível em: https://www.sciencegate.app/document/10.3390/su13042118.

JOUSTRA, Douwe Jan *et al.* **Guided choices towards a circular business model**. Cradle to cradle in Business Sites. 2013. Disponível em: http://www.opai.eu/uploads/Guided_Choices_towards_a_Circular_Business_Model_pdf11.pdf.

JUNG, Hie Jung *et al.* Country differences in determinants of behavioral intention towards sustainable apparel products. **Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 1–23, 2021.

DOI: https://doi.org/10.3390/su13020558. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/558.

KALAMBURA, Sanja *et al.* Fast fashion – sustainability and climate change: A comparative study of Portugal and Croatia. **Socijalna Ekologija**, v. 29, n. 2, p. 269–291, 2020. DOI: https://doi.org/10.17234/SocEkol.29.2.6. Disponível em: https://hrcak.srce.hr/en/242297.

KARELL, Essi; NIINIMÄKI, Karel. Addressing the Dialogue between Design, Sorting and Recycling in a Circular Economy. **Design Journal**, v. 22, n. sup1, p. 997–1013, 2019. DOI: https://doi.org/10.1080/14606925.2019.1595413. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14606925.2019.1595413?cookieSet=1.

KAZANCOGLU, Ipek *et al.* Circular economy and the policy: A framework for improving the corporate environmental management in supply chains. **Business Strategy and the Environment**, v. 30, n. 1, p. 590–608, 15 out. 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/bse.2641. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bse.2641

KIM, Inhwa *et al.* Consumers' value and risk perceptions of circular fashion: Comparison between secondhand, upcycled, and recycled clothing. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1–23, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13031208. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/3/1208.

KLEPP, Ingun Grimstad *et al*. Clothing lifespans: What should be measured and how. **Sustainability**, v. 12, n. 15, p. 1–21, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12156219. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/15/6219.

KOHAN, Lais *et al.* Panorama of natural fibers applied in Brazilian footwear: materials and market. **SN Applied Sciences**, v. 1, n. 895, 22 ago. 2019. DOI: https://doi.org/10.1007/s42452-019-0927-0. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-019-0927-0.

KÖKSAL, Deniz; STRÄHLE, Jochen. Social sustainability in fashion supply chains—understanding social standard implementation failures in Vietnam and Indonesia using agency theory. **Sustainability**, v. 13, n. 4, p. 1–35, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13042159. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/2159.

KOZLOWSKI, Anika *et al*. Corporate sustainability reporting in the apparel industry an analysis of indicators disclosed. **International Journal of Productivity Performance Management**, v. 64, n. 3, p. 377–397, 2015. DOI: https://doi.org/10.1108/IJPPM-10-2014-0152. Disponível em: https://www-emerald.ez31.periodicos.capes.gov.br/insight/content/doi/10.1108/IJPPM-10-2014-0152/full/pdf?title=corporate-sustainability-reporting-in-the-apparel-industry-an-analysis-of-indicators-disclosed.

KOMATSU, Jenny *et al.* Iron nitrate modified cotton and polyester textile fabric applied for reactive dye removal from water solution. **Journal of the Brazilian**

Chemical Society, v. 32, n. 5, p. 964–977, 2021. DOI: https://doi.org/10.21577/0103-5053.20200244. Disponível em: https://www.scielo.br/j/jbchs/a/xw8rWWfBzBwsgPwbDgL8wTt/.

KOSZEWSKA, Małgorzata. Circular Economy — Challenges for the Textile and Clothing Industry. **Autex Research Journal**, v. 18, n. 4, p. 337–347, 1 dez. 2018. DOI: https://doi.org/10.1515/aut-2018-0023. Disponível em: https://sciendo.com/article/10.1515/aut-2018-0023.

KOSZEWSKA, Małgorzata *et al.* Circular Fashion - Consumers' Attitudes in Cross-National Study: Poland and Canada. **Autex Research Journal**, v. 20, n. 3, p. 327–337, 2020. DOI: https://doi.org/10.2478/aut-2020-0029. Disponível em: https://sciendo.com/article/10.2478/aut-2020-0029.

KOTHARI, Rajesh. **Research methodology: methods & techniques**. New Age International (P) Ltd., Publishers, 2004.

KÜÇÜK, Mehmet *et al.* A comparative analysis of green logistic activities in German and Turkish textile enterprises. **Industria Textila**, v. 72, n. 1, p. 11–18, 2021. DOI: https://10.35530/IT.072.01.1681. Disponível em: http://revistaindustriatextila.ro/images/2021/1/02%20MEHMET%20K%C3%9C%C3%87%C3%9CK%20Industria%20Textila%201_2021.pdf.

KUMAR, Love *et al*. In-house resource efficiency improvements supplementing the end of pipe treatments in textile SMEs under a circular economy fashion. Frontiers in Environmental Science, v. 10, p. 1-17, 2022. DOI: https://10.3389/fenvs.2022.1002319. Disponível em: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.1002319/full

KURUVILLA, Sarosh *et al.* Field Opacity and Practice-Outcome Decoupling: Private Regulation of Labor Standards in Global Supply Chains. **IRL Review**, v. 73, n. 4, p. 841-872, 2020. DOI: https://10.1177/0019793920903278. Disponível em: https://econpapers.repec.org/article/saeilrrev/v_3a73_3ay_3a2020_3ai_3a4_3ap_3a841-872.htm.

KWON, Dohee *et al.* Valorization of synthetic textile waste using CO_2 as a raw material in the catalytic pyrolysis process. **Environmental Pollution**, v. 268, n. 115916, 2021. DOI: https://10.1016/j.envpol.2020.115916. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749120366057?via%3Dihub.

LAITALA, Kirsi *et al*. Does use matter? Comparison of environmental impacts of clothing based on fiber type. **Sustainability**, v. 10, n. 7, p. 1–25, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/su10072524. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/10/7/2524.

LAITALA, Kirsi *et al*. Laundry Care Regimes: Do the Practices of Keeping Clothes Clean Have Different Environmental Impacts Based on the Fibre Content? **Sustainability**, v. 12, n. 18, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12187537. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7537.

LANG, Chunmin *et al.* Creativity and sustainable apparel retail models: does consumers' tendency for creative choice counter-conformity matter in sustainability? **Fashion and Textiles**, v. 3, n. 24, 2016. DOI: https://doi.org/10.1186/s40691-016-0076-7. Disponível em: https://fashionandtextiles.springeropen.com/articles/10.1186/s40691-016-0076-7

LEHNER, Matthias *et al.* Circular Economy in Home Textiles: Motivations of IKEA Consumers in Sweden. **Sustainability**, v. 12, n. 12, 19 jun. 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12125030. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5030.

LENZO, Paola *et al*. Sustainability performance of an Italian textile product. **Economies**, v. 6, n. 1, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/economies6010017. Disponível em: https://www.mdpi.com/2227-7099/6/1/17.

LI, Xin *et al.* Allocation methodology of process-level carbon footprint calculation in textile and apparel products. **Sustainability**, v. 11, n. 16, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/su11164471. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/11/16/4471.

LI, Yi; WANG, Yi. Double decoupling effectiveness of water consumption and wastewater discharge in China's textile industry based on water footprint theory. **Environmental Science**, v. 2019, n. 5, p. 1–20, 2019. DOI: https://10.7717/peerj.6937/table-1. Disponível em: https://peerj.com/articles/6937/.

LI, Biao; WU, Kekun. Environmental management system adoption and the operational performance of firm in the textile and apparel industry of China. **Sustainability**, v. 9, n. 6, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/su9060992. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/9/6/992.

LIS, Andrzej *et al.* Mapping research on sustainable supply-chain management. **Sustainability**, v. 20, n. 10, 2020. DOI: https://10.3390/su12103987. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/10/3987.

LUJÁN-ORNELAS, Cristina *et al.* A Life Cycle Thinking Approach to Analyse Sustainability in the Textile Industry: A Literature Review. **Sustainability**, v. 12, n. 23, 6 dez. 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su122310193. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/10193.

LYLE, John Tillman. **Regenerative design for sustainable development**. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 1996.

MA, Ke *et al.* A Collaborative Cloud Service Platform for Realizing Sustainable Make-To-Order Apparel Supply Chain. **Sustainability**, v. 10, n. 1, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/su10010011. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/11.

MACCHION, Laura *et al*. Strategic approaches to sustainability in fashion supply chain management. **Production Planning and Control**, v. 29, n. 1, p. 9–28, 2017.

DOI: https://doi.org/10.1080/09537287.2017.1374485. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09537287.2017.1374485.

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Cradle to cradle: remaking the way we make things**. London: Vintage, 2008.

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **The upcycle: beyond sustainability – designing for abundance**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2013.

MARQUES, António Dinis *et al.* Homo Sustentabilis: circular economy and new business models in fashion industry. **SN Applied Sciences**, v. 2, n. 306, p. 1–5, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s42452-020-2094-8. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s42452-020-2094-8.

MARTIN, Michael; HERLAAR, Sjoerd. Environmental and social performance of valorizing waste wool for sweater production. **Sustainable Production and Consumption**, v. 25, p. 425–438, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.11.023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235255092031397X.

MARTINA, Richard; OSKAM, Inge. Practical guidelines for designing recycling, collaborative, and scalable business models: A case study of reusing textile fibers into biocomposite products. **Journal of Cleaner Production**, v. 318, n. 10, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128542. Disponível em: https://www-sciencedirect.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0959652621027517.

MOAZZEM, Shadia *et al*. Life cycle assessment of apparel consumption in Australia. **Environmental and Climate Technologies**, v. 25, n. 1, p. 71–111, 2021. DOI: https://doi.org/10.2478/rtuect-2021-0006. Disponível em: https://sciendo.com/article/10.2478/rtuect-2021-0006.

MORANA, Romy; SEURING, Stefan. A Three level framework for closed-loop supply chain management-linking society, chain and actor level. **Sustainability**, v. 3, n. 4, p. 678-691, 2011. DOI: https://doi.org/10.3390/su3040678. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/3/4/678.

MOORHOUSE, Debbie; MOORHOUSE, Danielle. Sustainable Design: Circular Economy in Fashion and Textiles. **Design Journal**, v. 20, n. sup1, p. S1948–S1959, 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352713. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14606925.2017.1352713

NETO, Geraldo Cardoso de Oliveira *et al.* Assessing the implementation of Cleaner Production and company sizes: Survey in textile companies. **Journal of Engineered Fibers and Fabrics**, v. 15, 2020. DOI: https://doi.org/10.1177/1558925020915585. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1558925020915585.

NIINIMÄKI, Kirsi. **Sustainable Fashion in a Circular Economy**. Rotterdam: Aalto University, School of Arts, Design and Architecture, 2018.

NORUM, Pamela. Towards sustainable clothing disposition: Exploring the consumer choice to use trash as a disposal option. **Sustainability**, v. 9, n. 7, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/su9071187. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/9/7/1187.

OECD. **Measuring and Managing Results in Development Co-operation: A review of challenges and practices among DAC members and observers**. Organisation for Economic Co-operation and Development. 2014. Disponível em: https://www.oecd.org/dac/peer-reviews/Measuring-and-managing-results.pdf.

OELZE, Nelly *et al.* Motivating factors for implementing apparel certification schemes-a sustainable supply chain management perspective. **Sustainability**, v. 12, n. 12, p. 15, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12124823. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/4823.

OLOFSSON, Linnea; MARK-HERBERT, Cecilia. Creating Shared Values by Integrating UN Sustainable Development Goals in Corporate Communication—The Case of Apparel Retail. **Sustainability**, v. 12, n. 21, 23 out. 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12218806. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/21/8806.

ONCIOIU, Ionica *et al.* Considerations regarding the purchase behaviour for clothes made from recycled textile waste in Turkey. **Industria Textila**, v. 72, n. 1, p. 97–101, 2021. DOI: 10.35530/IT.072.01.1840. Disponível em: http://revistaindustriatextila.ro/202101.html.

ONU. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Organização das Nações Unidas. 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs.

OSTERWALDER, Alexander; PIGNEUR, Yves. **Business model generation: A handbook for visionaries, game changers, and challengers**. New York: John Wiley & Sons, 2010.

PACE. **Circular Economy Action Agenda - Textiles**. Platform for Accelerating the Circular Economy. 2021. Disponível em: https://pacecircular.org/sites/default/files/2021-02/circular-economy-action-agenda-textiles.pdf.

PAL, Rudrajeet; GANDER, Jonathan. Modelling environmental value: An examination of sustainable business models within the fashion industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 184, n. 20, p. 251–263, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.001. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618303056?via%3Dihub.

PALME, Anna *et al.* Chemical and ultrastructural changes in cotton cellulose induced by laundering and textile use. **Cellulose**, v. 21, n. 6, p. 4681–4691, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/s10570-014-0434-9. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10570-014-0434-9.

PARK, Joo Young; CHERTOW, Marian. Estabilishing and testing the “reuse potential” indicator for managing wastes as resources. **Journal of Environmental Management**, v. 137, n. 1, p. 45-53, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.053. Disponível em: https://www-sciencedirect.ez31.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/S0301479714000887.

PATORA-WYSOCKA, Zofia; SUŁKOWSKI, Łukasz. Sustainable incremental organizational change-A case of the textile and apparel industry. **Sustainability**, v. 11, n. 4, 2019. DOI: https://doi.org/10.3390/su11041102. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/11/4/1102.

PATTI, Antonella *et al.* Eco-sustainability of the textile production: Waste recovery and current recycling in the composites world. **Polymers**, v. 13, n. 1, p. 1–22, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/polym13010134. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-4360/13/1/134.

PAYET, Jérôme. Assessment of carbon footprint for the textile sector in France. **Sustainability**, v. 13, n. 5, p. 1–23, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13052422. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/5/2422.

PEDERSEN, Esben Rahbek Gjerdrum *et al.* From singular to plural: exploring organisational complexities and circular business model design. **Journal of Fashion Marketing and Management: An International Journal**, v. 23, n. 3, p. 308–326, 8 Jul. 2019. DOI: https://doi.org/10.1108/JFMM-04-2018-0062. Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JFMM-04-2018-0062/full/html.

PÉREZ, Juan José Bullón *et al.* Traceability of Ready-to-Wear Clothing through Blockchain Technology. **Sustainability**, v. 12, n. 18, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12187491. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/18/7491.

PESCE, Marco *et al.* Circular Economy in China: Translating Principles into Practice. **Sustainability**, v. 12, n. 3, 22 jan. 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12030832. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/3/832.

PFISTER Stephan *et al*. Assessing the environmental impacts of freshwater consumption in LCA. Environ. Sci. Technol., v. 43, n. 11, p. 4098–4104, 2009. DOI: https://doi.org/10.1021/es802423e. Disponível em: https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es802423e.

PINHEIRO, Eliane. **Implementação dos princípios da Economia Circular em clusters de vestuário: uma proposta de modelo**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

PIRIBAUER, Benjamin *et al*. Tex2mat – next level textile recycling with biocatalysts. **Detritus**, v. 13, p. 78–86, 2020. DOI: https://10.31025/2611-4135/2020.14030. Disponível em: https://digital.detritusjournal.com/articles/tex2mat--next-level-textile-recycling-with-biocatalysts/373.

PRIYANKARA, Hewawasam Puwakpitiyage Rasika *et al*. How Does Leader's Support for Environment Promote Organizational Citizenship Behaviour for Environment? A Multi-Theory Perspective. **Sustainability**, v. 10, n. 1, 2018. DOI: https://doi.org/10.3390/su10010271. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/271.

QIAN, Jia-Hong *et al.* Accounting and evaluation of chemical footprint of cotton woven fabrics. **Industria Textila**, v. 71, n. 3, 2020. DOI: 10.35530/IT.071.03.1678. Disponível em: http://www.revistaindustriatextila.ro/images/2020/3/003%20JIA-HONG%20QIAN_Industria%20Textila%203_2020.pdf.

QUANTIS. **Measuring Fashion: Insights from the Environmental Impact of the Global Apparel and Footwear Industries study**. Quantis. 2018. Disponível em: https://quantis-intl.com/measuring-fashion-report-2018/.

RÆBILD, Ulla. Sustainable collection practices and life cycle strategies: A fashion design perspective. **Artifact**, v. 7, n. 12, p. 1–19, 2021. DOI: https://doi.org/10.1386/art_00014_1. Disponível em: https://intellectdiscover.com/content/journals/10.1386/art_00014_1.

RÆBILD, Ulla; BANG, Anne Louise. Rethinking the Fashion Collection as a Design Strategic Tool in a Circular Economy. **Design Journal**, v. 20, n. sup1, p. S589–S599, 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1353007. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14606925.2017.1353007.

RAMAMOORTHY, Sunil Kumar *et al*. End-Of-Life Textiles as Reinforcements in Biocomposites. **Journal of Polymers and the Environment**, v. 26, p. 487–498, 2018. DOI: https://doi.org/10.1007/s10924-017-0965-x. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s10924-017-0965-x.

RAPSIKEVIČIENĖ, Jovita *et al.* Model of industrial textile waste management. **Environmental Research, Engineering and Management**, v. 75, n. 1, 2019. DOI: https://doi.org/10.5755/j01.erem.75.1.21703. Disponível em: https://erem.ktu.lt/index.php/erem/article/view/21703.

RESTA, Barbara *et al.* Enhancing environmental management in the textile sector: An Organisational-Life Cycle Assessment approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, n. 1, p. 620-632, 2016. DOI: http://10.1016/j.jclepro.2016.06.135. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616308125?via%3Dihub.

REYES, Tatiana *et al.* A method for choosing adapted life cycle assessment indicators as a driver of environmental learning: A French textile case study. **Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing: AIEDAM**, 2019. Disponível em: https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02318734.

RIBUL, Miriam *et al.* Material-driven textile design (MDTD): A methodology for designing circular material-driven fabrication and finishing processes in the materials science laboratory. **Sustainability**, v. 13, n. 3, p. 1–19, 2021. DOI:

https://doi.org/10.3390/su13031268. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/3/1268.

RUBINO, Chiara *et al.* Nonwoven textile waste added with PCM for building applications. **Applied Sciences**, v. 11, n. 3, p. 1–17, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/app11031262. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3417/11/3/1262.

SADROLODABAEE, Paiam *et al.* Mechanical and durability characterization of a new textile waste micro-fiber reinforced cement composite for building applications. **Case Studies in Construction Materials**, v. 14, n. e00492, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00492. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509521000073.

SAIDANI, Michael *et al*. A taxonomy of circular economy indicators. **Journal of Cleaner Production**, v. 207, n. 10, p. 542–559, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618330221?via%3Dihub.

SALAS-MOLINA, Francisco *et al.* Inverse Malthusianism and Recycling Economics: The Case of the Textile Industry. **Sustainability**, v. 12, n. 14, p. 5861, 21 jul. 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12145861. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/14/5861.

SALO, Hanna *et al.* Eco-innovation motivations and ecodesign tool implementation in companies in the Nordic textile and information technology sectors. **Business Strategy and the Environment**, v. 29, n. 6, p. 2654–2667, 2020. DOI: https://doi.org/10.1002/bse.2527. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bse.2527.

SANCHIS-SEBASTIÁ, Miguel et *al.* Novel sustainable alternatives for the fashion industry: A method of chemically recycling waste textiles via acid hydrolysis. **Waste Management**, v. 121, n. 15 p. 248–254, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.12.024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X20307194?via%3Dihub.

SAYGILI, Ebru *et al.* An analysis of the sustainability disclosures of textile and apparel companies in turkey. **Tekstil ve Konfeksiyon**, v. 29, n. 3, p. 189–196, 2020. DOI: https://doi.org/10.32710/tekstilvekonfeksiyon.471049. Disponível em: https://dergipark.org.tr/en/pub/tekstilvekonfeksiyon/issue/47454/471049.

SCHAIK, Antoinette Van; REUTER, Markus. Recycling indices visualizing the performance of the circular economy. **World of Metallurgy – ERZMETALL**, v. 69, n. 4, p. 201-216, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/303936442_Recycling_indices_visualizing_the_performance_of_the_circular_economy.

SEBRAE. **Microempresa, Empresa de Pequeno Porte e Microempreendedor Individual: diferenças e características**. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e

Pequenas Empresas. 2021. Disponível em: https://www.sebrae-sc.com.br/blog/epp-microempresa-mei.

SHARFMAN, Mark *et al.* The introduction of postconsumer recycled material into TYVEK®: Production, marketing, and organizational challenges. **Journal of Industrial Ecology**, v. 5, n. 1, p. 127–146, 2008. DOI: https://doi.org/10.1162/108819801753358544. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1162/108819801753358544.

SHAW, Peter; WILLIAMS, Ian. Reuse in practice: The UK's car and clothing sectors. **Detritus**, v. 4, p. 36–47, 2018. DOI: 10.31025/2611-4135/2018.13735. Disponível em: https://digital.detritusjournal.com/articles/reuse-in-practice-the-uks-car-and-clothing-sectors/168.

SHEN, Bin. Sustainable Fashion Supply Chain: Lessons from H&M. **Sustainability**, v. 6, n. 9, p. 6236–6249, 11 set. 2014. DOI: https://doi.org/10.3390/su6096236. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/6/9/6236.

SHEN, Bin; LI, Qingying. Impacts of returning unsold products in retail outsourcing fashion supply chain: A sustainability analysis. **Sustainability**, v. 7, n. 2, p. 1172–1185, 2015. DOI: https://doi.org/10.3390/su7021172. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/7/2/1172.

SHIRVANIMOGHADDAM, Kamyar *et al.* Death by waste: Fashion and textile circular economy case. **Science of the Total Environment**, v. 718, n. 137317, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137317. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720308275?via%3Dihub.

SIDERIUS, Thomas; POLDNER, Kim. Reconsidering the Circular Economy Rebound effect: Propositions from a case study of the Dutch Circular Textile Valley. **Journal of Cleaner Production**, v. 293, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125996. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262100216X.

SINGH, Jagdeep *et al.* Challenges and opportunities for scaling up upcycling businesses – The case of textile and wood upcycling businesses in the UK. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 150, n. 104439, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104439. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921344919303349?via%3Dihub.

SMITH, Paul *et al.* Sustainable Design Futures: An open design vision for the circular economy in fashion and textiles. **Design Journal**, v. 20, n. sup1, p. S1938–S1947, 2017. DOI: https://doi.org/10.1080/14606925.2017.1352712. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14606925.2017.1352712.

STAICU, Daniela. Characteristics of textile and clothing sector social entrepreneurs in the transition to the circular economy. **Industria Textila**, v. 72, n. 01, p. 81–88, Fev. 2021. DOI: https://10.35530/IT.072.01.202031. Disponível em: http://revistaindustriatextila.ro/202101.html.

STAICU, Daniela; POP, Oana. Mapping the interactions between the stakeholders of the circular economy ecosystem applied to the textile and apparel sector in Romania. **Management & Marketing**, v. 13, n. 4, p. 1190–1209, Dec. 2018. DOI: https://doi.org/10.2478/mmcks-2018-0031. Disponível em: https://sciendo.com/de/article/10.2478/mmcks-2018-0031.

STAHEL, Walter. **The performance economy**. London: Palgrave Macmillan, 2006.

STAHEL, Walter; REDRAY-MULVEY, Geneviève. **The potential for substituting manpower for energy**. Report to the European Commission, 1976.

STÅL, Herman; JANSSON, Johan. Sustainable Consumption and Value Propositions: Exploring Product–Service System Practices Among Swedish Fashion Firms. **Sustainable Development**, v. 25, n. 6, p. 546–558, 2017. DOI: https://doi.org/10.1002/sd.1677. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sd.1677.

STARK, Johnnie. Specifying textiles in a greener world: Using sustainable strategies to develop new criteria. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 113, p. 221–230, 2008. DOI: https://10.2495/ARC080221. Disponível em: https://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-ecology-and-the-environment/113/19213.

STARK, J.; CUDHEA, M. The Human Side Of The Triangle: Using Green Textile Standards To Address Social Responsibility. **WIT Transactions on Ecology and the Environment**, v. 128, p. 525–536, 2010. DOI: https://10.2495/ARC100451. Disponível em: https://www.witpress.com/elibrary/wit-transactions-on-ecology-and-the-environment/128/20811.

STEINBERGER, Julia et al. A spatially explicit life cycle inventory of the global textile chain. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 14, n. 5, p. 443–455, 2009. DOI: https://10.1007/S11367-009-0078-4. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-009-0078-4.

STENTON, Marie *et al.* The Potential for Regenerated Protein Fibres within a Circular Economy: Lessons from the Past Can Inform Sustainable Innovation in the Textiles Industry. **Sustainability**, v. 13, n. 4, Fev. 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13042328. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/2328.

TALAY, Cagri *et al.* How small suppliers deal with the buyer power in asymmetric relationships within the sustainable fashion supply chain. **Journal of Business Research**, v. 117, p. 604–614, Sep. 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.08.034. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296318304181?via%3Dihub.

TEDESCO, Silvia; MONTACCHINI, Elena. From textile waste to resource: a methodological approach of research and experimentation. **Sustainability**, v. 12, n.

24, p. 1–12, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su122410667. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/24/10667.

TODESCHINI, Bruna Villa *et al.* Innovative and sustainable business models in the fashion industry: Entrepreneurial drivers, opportunities, and challenges. **Business Horizons**, v. 60, n. 6, p. 759–770, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.bushor.2017.07.003. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0007681317301015?via%3Dihub.

TRANFIELD, David *et al.* Towards a Methodology for Developing Evidence-Informed Management Knowledge by Means of Systematic Review. **British Journal of Management**, v. 14, p. 207–222, 2003. DOI: https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1467-8551.00375.

UN FASHION ALLIANCE. **Synthesis Report on United Nations System-wide Initiatives related to Fashion**. United Nations Alliance for Sustainable Fashion. 2021. Disponível em: https://unfashionalliance.org/wp-content/uploads/2021/10/UN-Fashion-Alliance-Mapping-Report_Final.pdf.

UNEP. **Sustainability and Circularity in the Textile Value Chain - Global Stocktaking**. United Nations Environment Programme. 2020. Disponível em: https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/34184.

UNEP. **Catalysing science-based policy action on sustainable consumption and production: The value-chain approach & its application to food, construction and textiles**. United Nations Environment Programme. 2021. Disponível em: https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/34702.

USSAHAWANITCHAKIT, Phaprukbaramee. Management control systems and firm sustainability: Evidence from textile and apparel businesses in Thailand. **Asian Academy of Management Journal**, v. 22, n. 2, p. 185–208, 2017. DOI: https://doi.org/10.21315/aamj2017.22.2.7. Disponível em: http://web.usm.my/aamj/22022017/aamj22022017_7.pdf.

VADAKKEPATT, Ghaudam Gopal *et al.* Sustainable Retailing. **Journal of Retailing**, v. 97, n. 1, p. 62–80, mar. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jretai.2020.10.008. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022435920300713?via%3Dihub.

VAN BERKEL, René. The Relationship between Cleaner Production and Industrial Ecology. **Journal of Industrial Ecology**, v.1, n. 1, p. 51-66, 2008. DOI: https://doi.org/10.1162/jiec.1997.1.1.51. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1162/jiec.1997.1.1.51.

VENKATESH, V. G. *et al.* Drivers of sub-supplier social sustainability compliance: An emerging economy perspective. **Supply Chain Management: an International Journal**, v. 25, n. 6, p. 1–50, 2020. DOI: https://doi.org/10.1108/SCM-07-2019-0251.

Disponível em: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/SCM-07-2019-0251/full/html?skipTracking=true.

VIRTA, Laura; RÄISÄNEN, Riikka. Three Futures Scenarios of Policy Instruments for Sustainable Textile Production and Consumption as Portrayed in the Finnish News Media. **Sustainability**, v. 13, n. 2, p. 1–16, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/su13020594. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/13/2/594.

WAGNER, Melissa Molika; HEINZEL, Tincuta. Human perceptions of recycled textiles and circular fashion: A systematic literature review. **Sustainability**, v. 12, n. 24, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su122410599. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/24/10599.

WANG, Fan *et al.* Sustainability analysis and buy-back coordination in a fashion supply chain with price competition and demand uncertainty. **Sustainability**, v. 9, n. 1, 2017. DOI: https://doi.org/10.3390/su9010025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/9/1/25.

WANG, Chia-Nan *et al.* Multi-Criteria Decision Model for the Selection of Suppliers in the Textile Industry. **Symmetry**, v. 12, n. 6, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/sym12060979. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-8994/12/6/979.

WARASTHE, Ronak *et al.* Sustainability prerequisites and practices in textile and apparel supply chains. **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 1–19, 2020. DOI: https://doi.org/10.3390/su12239960. Disponível em: https://www.mdpi.com/2071-1050/12/23/9960.

WBCSD. **Circular Transition Indicators: Proposed metrics for business, by business**. World Business Council for Sustainable Development. 2019. Disponível em: https://docs.wbcsd.org/2019/07/WBCSD_Circular_Transition_Indicators_Proposed_metrics_for_business_by_business.pdf.

WBCSD. **Circular transition indicators v3.0: Metrics for business, by business**. World Business Council for Sustainable Development. 2022. Disponível em: https://www.wbcsd.org/Programs/Circular-Economy/Metrics-Measurement/Resources/Circular-Transition-Indicators-v3.0-Metrics-for-business-by-business.

WIEDEMANN, Stephen *et al.* Environmental impacts associated with the production, use, and end-of-life of a woollen garment. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 25, n. 8, p. 1486–1499, 2020. DOI: https://doi.org/10.1007/s11367-020-01766-0. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-020-01766-0.

WYSOKIŃSKA, Zofia. Implementing the Main Circular Economy Principles within the Concept of Sustainable Development in the Global and European economy, with Particular Emphasis on Central and Eastern Europe – the Case of Poland and the

Region of Lodz. Comparative Economic Research. **Central and Eastern Europe**, v. 21, n. 3, p. 75–93, 18 set. 2018. DOI: https://doi.org/10.2478/cer-2018-0020. Disponível em: https://czasopisma.uni.lodz.pl/CER/article/view/3642.

XU, Chen-ke *et al.* Towards sustainable growth in the textile industry: A case study of environmental policy in China. **Polish Journal of Environmental Studies**, v. 27, n. 5, p. 2325–2336, 2018. DOI: https://doi.org/10.15244/pjoes/79720. Disponível em: http://www.pjoes.com/Towards-Sustainable-Growth-in-the-Textile-nIndustry-A-Case-Study-of-Environmental,79720,0,2.html.

YANG, Nannam; HA-BROOKSHIRE, Jung. Truly sustainable or not? An exploratory assessment of sustainability capability of textile and apparel corporations in China from the moral responsibility perspective. **Fashion and Textiles**, v. 6, n. 1, 2019. DOI: https://doi.org/10.1186/s40691-019-0172-6. Disponível em: https://fashionandtextiles.springeropen.com/articles/10.1186/s40691-019-0172-6.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: Planejamento e Métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZHANG, Feng *et al.* Toward an systemic navigation framework to integrate sustainable development into the company. **Journal of Cleaner Production**, v. 54, n. 1, p. 199–214, set. 2013. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.03.054. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652613002825;

ZIMON, Dominik. ISO 14001 and the creation of SSCM in the textile industry. **International Journal for Quality Research**, v. 14, n. 3, p. 739–748, 2020. DOI: https://10.24874/IJQR14.03-06. Disponível em: http://www.ijqr.net/journal/v14-n3/6.pdf.

ZVER, Manca Matičič; VUKASOVIĆ, Tina. Consumers' attitude towards eco friendly textile products. **Tekstilec**, v. 64, n. 2, p. 159–171, 2021. DOI: https://10.14502/Tekstilec2021.64.159-171. Disponível em: http://www.tekstilec.si/wp-content/uploads/2016/03/10.14502Tekstilec2021.64.159-171.pdf.

Apêndice A

Protocolo do Roteiro da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS)

O Apêndice A apresenta os passos do protocolo da RBS de acordo com (TRANFIELD *et al.*, 2013).

Estágio 1 – Planejamento

Fase 0: Identificação da necessidade da revisão

Através da análise de documentos da revisão exploratória inicial foi percebida a necessidade de realizar uma pesquisa com o tema escolhido para definição, esclarecimento e refinamento da revisão sobre o tema da Economia Circular e do setor têxtil.

Fase 1: Preparação da proposta

De um modo geral, a pesquisa foi iniciada no dia 30/11/2020. A identificação de estudos na literatura foi realizada através de busca manual de *strings*, ou seja, combinações de palavras delimitadas às bases de dados *Scopus* e *WoS* que são assinadas pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). A fim de responder as seguintes questões de pesquisa:

QP1: Quais são os princípios da Economia Circular que contribuem para a transição da circularidade no setor têxtil?

QP2: Quais são as principais práticas, ferramentas, diretrizes e métodos aplicados nos estudos?

Fase 2: Desenvolvimento do protocolo

Para a identificação da pesquisa, foram estabelecidos como critérios gerais o idioma inglês por ser universal e usado em publicações científicas. Não houve delimitação cronológica dos trabalhos publicados para conhecer o contexto geral do setor produtivo têxtil-vestuário em âmbito internacional relacionado com o tema da sustentabilidade. Os critérios de inclusão para seleção dos documentos foram delimitados como C1: artigos revisados por pares com acesso aberto, C2: artigos que citam práticas (métodos, ferramentas, técnicas, conceitos, definições, diretrizes) da EC no setor têxtil. Por outro lado, os critérios de exclusão são C3: artigos que não

fazem parte do setor têxtil, C4: artigos incompletos, C5: artigos duplicados, C6: artigos que tratam especificamente de modelagem matemática.

Estágio 2 – Condução

Fase 3: Identificação da pesquisa

A seleção das palavras-chave foi embasada na revisão exploratória inicial em artigos da área as quais foram identificadas: *circular economy, textile sector, textile industry, sustainab* (sustainability, sustainable), apparel industry, tools, ecodesign, circular economy fashion, product service system, clothing industry, apparel industry, reverse logistics, cradle to cradle, quick fashion, sustainable fashion retailing, recycl* (recycling, recycle) materials of textile, life cycle analysis of clothes*. Foram utilizados operadores *booleanos* como *AND* e *OR* para realizar as buscas com a combinação das palavras encontradas nos artigos revisados para delimitar as expressões lógicas.

Fase 4: Seleção dos estudos

Foram selecionados apenas os estudos correspondentes aos critérios estabelecidos da fase 2.

Fase 5: Avaliação da qualidade do estudo

Foram selecionados artigos revisados por pares com acesso aberto em estágio final. Bem como, observou-se que em alguns casos as combinações demonstraram uma grande diferença na quantidade de artigos que cada base forneceu, por vezes sendo a base *Scopus* contendo a maior quantidade de artigos publicados. Foram realizadas tentativas com e sem asterisco no decorrer das buscas, observando que não houve alteração do resultado.

Fase 6: Extração de dados e monitoramento do progresso

Os artigos selecionados na revisão foram extraídos em um formulário pelo programa Excel para registro de dados dos artigos, sendo preenchida conforme novos estudos foram publicados nos periódicos. O software *Mendeley* foi utilizado para o gerenciamento bibliográfico e o software *VOSviewer* para identificar a conexão dos temas em grupos através das palavras-chave.

Fase 7: Síntese de dados

As informações dos estudos foram organizadas por: título, autor(es), ano, país, periódico, quantidade de citações, objetivo, objeto analisado, método, ferramenta, impactos positivos, impactos negativos, resultados, lacunas, conclusões e perspectiva futura.

Estágio 3 – Relatório e disseminação

Fase 8: Relatório e recomendações

A pesquisa foi concluída no dia 28/08/2021. O relatório é composto pelos resultados, podendo-se conferir no subcapítulo 4.1 (Análise dos resultados da RBS), contendo informações sobre a identificação dos autores, distribuição de artigos por ano de publicação, locais onde foram realizados os estudos, a quantidade de artigos publicados por periódico, os quinze artigos mais citados, a identificação dos métodos e das ferramentas.

Fase 9: Evidências em prática

As evidências podem ser consultadas no subcapítulo 4.3 (Discussão das Práticas adotadas na “IntegraEC”).

Apêndice B

Artigos da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS)

O Quadro 6 apresenta o portfólio dos artigos que foram considerados na RBS.

Quadro 6 - Lista de artigos da RBS

#	TÍTULO	REFERÊNCIA
1	A Collaborative Cloud Service Platform for Realizing Sustainable Make-To-Order Apparel Supply Chain	MA *et al.* (2020)
2	A comparative analysis of green logistic activities in German and Turkish textile enterprises	KÜÇÜK *et al.*(2021)
3	A Life Cycle Thinking Approach to Analyse Sustainability in the Textile Industry: A Literature Review	LUJÁN-ORNELAS *et al.* (2020)
4	A method for choosing adapted life cycle assessment indicators as a driver of environmental learning: A French textile case study	REYES *et al.* (2017)
5	A model for assessing economic and environmental sustainability dimensions of a fashion supply chain and a case study	BOTTANI *et al.* (2018)
6	A Product Line Analysis for Eco-Designed Fashion Products: Evidence from an Outdoor Sportswear Brand	WANG; SHEN (2018)
7	A review: Life cycle assessment of cotton textiles	CHEN *et al.* (2022)
8	A spatially explicit life cycle inventory of the global textile chain	STEINBERGER *et al*. (2021)
9	A Three Level Framework for Closed-Loop Supply Chain Management-Linking Society, Chain and Actor Level	MORANA; SEURING (2017)
10	A United Nations' Sustainable Development Goals perspective for sustainable textile and apparel supply chain management	CAI; CHOI (2021)
11	Accounting and evaluation of chemical footprint of cotton woven fabrics	QIAN *et al.* (2020)
12	Addressing the Dialogue between Design. Sorting and Recycling in a Circular Economy	KARELL; NIINIMÄKI (2019)
13	Allocation Methodology of Process-Level Carbon Footprint Calculation in Textile and Apparel Products	LI *et al.* (2010)
14	An Analysis of the Sustainability Disclosures of Textile and Apparel Companies in Turkey	SAYGILI *et al.* (2018)
15	Apply dematel to analyzing key barriers to implementing the circular economy: An application for the textile sector	CHEN *et al.* (2021)
16	Assessing the environmental profit and loss of the textile industry: A case study in China	CHU *et al*. (2021)
17	Assessing the implementation of Cleaner Production and company sizes: Survey in textile companies	NETO *et al.* (2020)
18	Assessment of Carbon Footprint for the Textile Sector in France	PAYET (2017)

19	Barriers to the adoption of sustainable supply chain management practices: Moderating role of firm size	BAIG *et al.* (2018)
20	Bio-based polyester fiber substitutes: From GWP to a more comprehensive environmental analysis	IVANOVIĆ *et al.* (2021)
21	Biodegradable synthetic polymers in textiles – what lies beyond PLA and medical applications? A review.	GRETHE (2020)
22	Blockchain Enhanced Emission Trading Framework in Fashion Apparel Manufacturing Industry	FU *et al.* (2017)
23	Building the fashion's future. How turn textiles' wastes into ecological building products	GIORDANO *et al.* (2021)
24	Business model development for sustainable apparel consumption: The case of Houdini Sportswear	HOLTSTRÖM *et al.* (2019)
25	Challenges and opportunities for scaling up upcycling businesses – The case of textile and wood upcycling businesses in the UK	SINGH *et al.* (2017)
26	Characteristics of textile and clothing sector social entrepreneurs in the transition to the circular economy	STAICU (2011)
27	Characterization and recycling of textile sludge for energy-efficient brick production in Ethiopia	BESHAH *et al.* (2021)
28	Chemical and ultrastructural changes in cotton cellulose induced by laundering and textile use	PALME *et al.* (2020)
29	Circular business models in textiles and apparel sector in Slovakia	DAŇO *et al*. (2021)
30	Circular Economy - Challenges for the textile and clothing industry	KOSZEWSKA (2020)
31	Circular economy approach to recycling technologies of postconsumer textile waste in Estonia: A review	HUSSAIN *et al.* (2020)
32	Circular economy in China: Translating principles into practice	PESCE *et al.* (2020)
33	Circular Economy Strategies in Eight Historic Port Cities: Criteria and Indicators Towards a Circular City Assessment Framework	GRAVAGNUOLO *et al.* (2019)
34	Circular economy and the policy: A framework for improving the corporate environmental management in supply chains	KAZANCOGLU *et al.* (2021)
35	Circular fashion - consumers' attitudes in cross-national study: Poland and Canada	KOSZEWSKA *et al.* (2018)
36	Circular Economy in Home Textiles: Motivations of IKEA Consumers in Sweden	LEHNER *et al.* (2020)
37	Closing the loop on take, make, waste: Investigating circular economy practices in the Swedish fashion industry	BRYDGES (2021)
38	Clothing development process towards a circular model	AVADANEI *et al.* (2017)
39	Clothing lifespans: What should be measured and how	KLEPP *et al.* (2020)
40	Collaborative Circular Design. Incorporating Life Cycle Thinking into an Interdisciplinary Design Process	GOLDSWORTHY; ELLAMS (2020)
41	Considerations regarding the purchase behaviour for clothes made from recycled textile waste in Turkey	ONCIOIU *et al.* (2020)
42	Consumer acceptance and value in use-oriented product-service systems: Lessons from Swedish consumer goods companies	BORG *et al.* (2020)

43	Consumer acceptance and value in use-oriented product-service systems: Lessons from Swedish consumer goods companies	MONT; SCHOONOVER (2015)
44	Consumer engagement in the circular economy: Exploring clothes swapping in emerging economies from a social practice perspective	CAMACHO-OTERO *et al.* (2020)
45	Consumers' Value and Risk Perceptions of Circular Fashion: Comparison between Secondhand, Upcycled, and Recycled Clothing	KIM *et al.* (2020)
46	Consumers' attitude towards eco friendly textile products	ZVER; VUKASOVIĆ (2020)
47	Country Differences in Determinants of Behavioral Intention towards Sustainable Apparel Products	JUNG *et al.* (2018)
48	COVID-19 pandemic repercussions on plastic and antiviral polymeric textile causing pollution on beaches and coasts of South America	ARDUSSO *et al.* (2020)
49	COVID-19's impacts on global value chains, as seen in the apparel industry	CASTAÑEDA-NAVARRETE *et al.* (2020)
50	Creating Shared Values by Integrating UN Sustainable Development Goals in Corporate Communication-The Case of Apparel Retail	OLOFSSON; MARK-HERBERT (2020)
51	Creativity and sustainable apparel retail models: does consumers' tendency for creative choice counter-conformity matter in sustainability?	LANG *et al.* (2020)
52	Death by waste: Fashion and textile circular economy case	SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2018)
53	Designing Fast & Slow. Exploring fashion textile product lifecycle speeds with industry designers	EARLEY (2017)
54	Developing a national programme for textiles and clothing recovery	BUKHARI *et al.* (2016)
55	Does Use Matter? Comparison of Environmental Impacts of Clothing Based on Fiber Type	LAITALA *et al.* (2021)
56	Double decoupling effectiveness of water consumption and wastewater discharge in China's textile industry based on water footprint theory	LI; WANG (2017)
57	Drivers of sub-supplier social sustainability compliance: an emerging economy perspective	VENKATESH *et al.* (2015)
58	Eco-innovation motivations and ecodesign tool implementation in companies in the Nordic textile and information technology sectors	SALO *et al*. (2020)
59	Ecological Footprint as a sustainability indicator to analyze energy consumption in a Portuguese textile facility	COSTA *et al*. (2017)
60	Eco-Sustainability of the Textile Production: Waste Recovery and Current Recycling in the Composites World	PATTI *et al*. (2020)
61	Effective Disclosure in the Fast-Fashion Industry: from Sustainability Reporting to Action	GARCIA-TORRES *et al.* (2014)
62	End-Of-Life Textiles as Reinforcements in Biocomposites	RAMAMOORTHY *et al.* (2021)
63	Enhancing environmental management in the textile sector: An Organisational-Life Cycle Assessment approach	RESTA *et al*. (2016)

64	Environmental and health impacts of effluents from textile industries in Ethiopia: the case of Gelan and Dukem, Oromia Regional State	DADI *et al.* (2020)
65	Environmental and social performance of valorizing waste wool for sweater production	MARTIN; HERLAAR (2021)
66	Environmental consequences of closing the textile loop-life cycle assessment of a circular polyester jacket	BRAUN *et al.* (2013)
67	Environmental impacts associated with the production, use, and end-of-life of a woollen garment	WIEDEMANN *et al.* (2008)
68	Environmental Management System Adoption and the Operational Performance of Firm in the Textile and Apparel Industry of China	LI; WU (2017)
69	Exploration of Influential Determinants for the Adoption of Business Intelligence System in the Textile and Apparel Industry	AHMAD *et al.* (2019)
70	Fast fashion – sustainability and climate change: A comparative study of Portugal and Croatia	KALAMBURA *et al.* (2019)
71	Field Opacity and Practice-Outcome Decoupling: Private Regulation of Labor Standards in Global Supply Chains	KURUVILLA *et al*. (2020)
72	From singular to plural: exploring organisational complexities and circular business model design	PEDERSEN *et al.* (2019)
73	From Textile Waste to Resource: A Methodological Approach of Research and Experimentation	TEDESCO; MONTACCHINI (2021)
74	Global Sourcing in Fast Fashion Retailers: Sourcing Locations and Sustainability Considerations	ARRIGO (2009)
75	Homo Sustentabilis: circular economy and new business models in fashion industry	MARQUES *et al.* (2020)
76	How Does Leader's Support for Environment Promote Organizational Citizenship Behaviour for Environment? A Multi-Theory Perspective	PRIYANKARA *et al*. (2018)
77	How small suppliers deal with the buyer power in asymmetric relationships within the sustainable fashion supply chain	TALAY *et al.* (2019)
78	Human Perceptions of Recycled Textiles and Circular Fashion: A Systematic Literature Review	WAGNER; HEINZEL (2021)
79	ICT new tools for a sustainable textile and clothing industry	AVADANEI *et al*. (2020)
80	Impacts of Returning Unsold Products in Retail Outsourcing Fashion Supply Chain: A Sustainability Analysis	SHEN; LI (2021)
81	Implementing circular economy concepts for sustainable urban freight transport: Case of textile manufacturing supply chain	DHONDE; PATEL (2020)
82	Implementing Socially Sustainable Practices in Challenging Institutional Contexts: Building Theory from Seven Developing Country Supplier Cases	HUQ; STEVENSON (2021)
83	Implementing the Main Circular Economy Principles within the Concept of Sustainable Development in the Global and European economy, with Particular Emphasis on Central and Eastern Europe - the Case of Poland and the Region of Lodz	WYSOKINSKA (2018)
84	Industrial textile recycling and reuse in Brazil: Case study and considerations concerning the circular economy	AMARAL *et al.* (2019)

85	Innovative and sustainable business models in the fashion industry: Entrepreneurial drivers, opportunities, and challenges	TODESCHINI *et al*. (2014)
86	Institutional incentives in circular economy transition: The case of material use in the Dutch textile industry	FISCHER; PASCUCCI (2018)
87	Inverse Malthusianism and Recycling Economics: The Case of the Textile Industry	SALAS-MOLINA *et al.* (2020)
88	Iron Nitrate Modifiied Cotton and Polyester Textile Fabric Applied for Reactive Dye Removal from Water Solution	KOMATSU *et al.* (2021)
89	ISO 14001 and the creation of sscm in the textile industry	ZIMON (2020)
90	Key drivers for high-grade recycling under constrained conditions	CRAMER (2021)
91	Laundry Care Regimes: Do the Practices of Keeping Clothes Clean Have Different Environmental Impacts Based on the Fibre Content?	LAITALA *et al.* (2020)
92	Life Cycle Assessment of Apparel Consumption in Australia	MOAZZEM *et al.* (2019)
93	Management control systems and firm sustainability: evidence from textile and apparel businesses in Thailand	USSAHAWANITCHAKIT, PHAPRUKBARAMEE (2020)
94	Management of sustainable fashion retail based on reuse– A struggle with multiple logics	HEDEGÅRD *et al.* (2020)
95	Mapping environmentally sustainable practices in textiles, apparel and fashion industries: a systematic literature review	ISLAM; GIL (2018)
96	Mapping research on sustainable supply-chain management	LIS *et al.* (2019)
97	Mapping the interactions between the stakeholders of the circular economy ecosystem applied to the textile and apparel sector in Romania	STAICU; POP (2018)
98	Material-Driven Textile Design (MDTD): A Methodology for Designing Circular Material-Driven Fabrication and Finishing Processes in the Materials Science Laboratory	RIBUL *et al.* (2019)
99	Mechanical and durability characterization of a new textile waste micro-fiber reinforced cement composite for building applications	SADROLODABAEE *et al.* (2020)
100	Microfiber Masses Recovered from Conventional Machine Washing of New or Aged Garments	NIKO *et al.* (2017)
101	Microfibres from apparel and home textiles: Prospects for including microplastics in environmental sustainability assessment	HENRY *et al.* (2021)
102	Model of industrial textile waste management	RAPSIKEVIČIENĖ *et al.* (2021)
103	Modelling environmental value: An examination of sustainable business models within the fashion industry	PAL; GANDER (2020)
104	Motivating Factors for Implementing Apparel Certification Schemes-A Sustainable Supply Chain Management Perspective	OELZE *et al* (2017)
105	Multi-Criteria Decision Model for the Selection of Suppliers in the Textile Industry	WANG *et al.* (2020)
106	New composite materials using polyester woven fabric scraps as reinforcement and thermoplastic matrix	AILENEI *et al.* (2021)

107	Nonwoven Textile Waste Added with PCM for Building Applications	RUBINO *et al.* (2019)
108	Novel sustainable alternatives for the fashion industry: A method of chemically recycling waste textiles via acid hydrolysis	SANCHIS-SEBASTIA *et al.* (2020)
109	Optimization and valorization of recycled fiber in non-woven fabric	HALIMI *et al.* (2020)
110	Panorama of natural fibers applied in Brazilian footwear: materials and market	KOHAN *et al.* (2020)
111	Potential risks and their analysis of the apparel & textile industry in Turkey: A quality-oriented sustainability approach	ERDIL; TAÇGIN (2018)
112	Practical guidelines for designing recycling, collaborative, and scalable business models: A case study of reusing textile fibers into biocomposite products	MARTINA; OSKAM (2017)
113	Product-service systems and sustainability: Analysing the environmental impacts of rental clothing	JOHNSON; PLEPYS (2021)
114	Reconsidering the Circular Economy Rebound effect: Propositions from a case study of the Dutch Circular Textile Valley	SIDERIUS; POLDNER (2020)
115	Recycling of cellulose from vegetable fiber waste for sustainable industrial applications	ERDOGAN *et al.* (2021)
116	Rethinking the Fashion Collection as a Design Strategic Tool in a Circular Economy	RÆBILD; BANG (2017)
117	Reuse in practice: The uk's car and clothing sectors	SHAW; WILLIAMS (2021)
118	Second-life retailing: a reverse supply chain perspective	BEH *et al.* (2021)
119	Social Sustainability in Fashion Supply Chains-Understanding Social Standard Implementation Failures in Vietnam and Indonesia Using Agency Theory	KÖKSAL; STRÄHLE (2021)
120	Specifying textiles in a greener world: Using sustainable strategies to develop new criteria	STARK (2016)
121	Standard vs. Upcycled Fashion Design and Production	HAN *et al.* (2018)
122	Strategic approaches to sustainability in fashion supply chain management	MACCHOION *et al.* (2019)
123	Studying the corporate social responsibility in apparel and textile industry	ĐORĐEVIĆ *et al.* (2021)
124	Supply chain collaboration and cost saving as a result of returns handling programmes in retail corporations in Poland	JESZKA (2021)
125	Supply chain collaboration and eco-innovations: An institutional perspective from China	HOFMAN *et al.* (2019)
126	Sustainability Analysis and Buy-Back Coordination in a Fashion Supply Chain with Price Competition and Demand Uncertainty	WANG *et al.* (2018)
127	Sustainability prerequisites and practices in textile and apparel supply chains	WARASTHE *et al.* (2021)
128	Sustainability Performance of an Italian Textile Product	LENZO *et al*. (2020)
129	Sustainable collection practices and life cycle strategies: A fashion design perspective	RÆBILD (2018)

130	Sustainable Consumption and Value Propositions: Exploring Product-Service System Practices Among Swedish Fashion Firms	STÅL; JANSSON (2008)
131	Sustainable Design Futures: An open design vision for the circular economy in fashion and textiles	SMITH *et al.* (2017)
132	Sustainable Design: Circular Economy in Fashion and Textiles	MOORHOUSE; MOORHOUSE (2018)
133	Sustainable Incremental Organizational Change—A Case of the Textile and Apparel Industry	PATORA-WYSOCKA (2020)
134	Sustainable Retailing	VADAKKEPATT *et al.* (2017)
135	Sustainable supplier selection in the retail industry: A TOPSIS- and ANFIS-based evaluating methodology	OKWU; TARTIBU (2020)
136	Sustainable Fashion Supply Chain: Lessons from H&M	SHEN (2019)
137	Synthesis, Characterization, and Recyclability of a Functional Jute-Based Geopolymer Composite	ALSHAAER; MAZEN (2020)
138	Tex2mat - next level textile recycling with biocatalysts	PIRIBAUER *et al.* (2020)
139	Textile industry in a changing world: Challenges of sustainable development	COSTA *et al.* (2020)
140	Textile packaging waste in the context of implementing the concept of circular economy	CĂRPUȘ *et al.* (2008)
141	Textile recognition and sorting for recycling at an automated line using near infrared spectroscopy	CURA *et al.* (2020)
142	The Circular Economy and Sustainability: A Systematic Literature Review	GIL-LAMATA *et al.* (2021)
143	The human side of the triangle: Using green textile standards to address social responsibility	STARK; CUDHEA (2019)
144	The introduction of postconsumer recycled material into TYVEK®: Production, marketing, and organizational challenges	SHARFMAN *et al.* (2018)
145	The Key Drivers of Born-Sustainable Businesses: Evidence from the Italian Fashion Industry	DICUONZO *et al.* (2021)
146	The Potential for Regenerated Protein Fibres within a Circular Economy: Lessons from the Past Can Inform Sustainable Innovation in the Textiles Industry	STENTON *et al.* (2021)
147	The Quality Management System as a Driver of Organizational Culture: An Empirical Study in the Portuguese Textile Industry	ARAÚJO *et al.* (2020)
148	The Role of Human Resource Management (HRM) for the Implementation of Sustainable Product-Service Systems (PSS)—An Analysis of Fashion Retailers	ADAM (2021)
149	Three Futures Scenarios of Policy Instruments for Sustainable Textile Production and Consumption as Portrayed in the Finnish News Media	VIRTA; RÄISÄNEN (2019)
150	Toward an systemic navigation framework to integrate sustainable development into the company	ZHANG *et al.* (2021)
151	Towards a sustainable fashion retail supply chain in Europe: Organisation and performance	DE BRITO *et al.* (2021)
152	Towards Sustainable Clothing Disposition: Exploring the Consumer Choice to Use Trash as a Disposal Option	NORUM (2021)

153	Towards sustainable growth in the textile industry: A case study of environmental policy in China	XU *et al.* (2016)
154	Traceability of Ready-to-Wear Clothing through Blockchain Technology	PEREZ *et al.* (2018)
155	Truly sustainable or not? An exploratory assessment of sustainability capability of textile and apparel corporations in China from the moral responsibility perspective	YANG; HA-BROOKSHIRE (2020)
156	Turkey fashion industry's Cut-and-sew waste problem and its waste management strategies	ENES; KIPÖZ (2017)
157	Use of multi-criteria decision models for optimization of selecting the most appropriate best available techniques in cleaner production applications: A case study in a textile industry	SIMSEK *et al.* (2022)
158	Valorization of synthetic textile waste using CO2 as a raw material in the catalytic pyrolysis process	KWON *et al.* (2021)
159	Why do retail consumers buy green apparel? A knowledge-attitude-behaviour-context perspective	DHIR *et al.* (2020)

Apêndice C

Formulário da pesquisa

Formulário para pesquisa sobre a ferramenta IntegraEC

Gostaria de convidá-lo(a) a participar da pesquisa "Proposta de uma ferramenta conceitual para a implementação da Economia Circular no setor têxtil". Trata-se de uma pesquisa de mestrado realizada pela aluna Nátalie Martins Prado, sob orientação da Profª. Drª. Yovana María Barrera Saavedra e coorientação da Profª. Drª. Virgínia Aparecida Silva Moris, do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). A pesquisa pretende identificar as dificuldades que as empresas do setor têxtil enfrentam para integrar a abordagem da Economia Circular nos modelos de negócios e avaliar a possibilidade de adotar a ferramenta IntegraEC para auxiliá-las no processo de tomada de decisão. (Seção 1 de 3).

Área/Departamento de atuação:

Questões sobre a Economia Circular

1. A empresa já adotava a Economia Circular nas etapas operacionais?
( ) Sim
( ) Não
( ) Não se aplica.

2. Quais os desafios para integrar a Economia Circular no modelo de negócio?

Questões relacionadas à ferramenta IntegraEC (Seção 2 de 3)

3. Em sua opinião, quais são os benefícios que a ferramenta IntegraEC pode proporcionar às empresas têxteis?

4. Há dificuldades para usar a ferramenta IntegraEC de forma autônoma? Quais seriam?

5. Qual a sua opinião quanto aos níveis de maturidade da circularidade?

6. As práticas apresentadas na IntegraEC poderiam atender as necessidades da empresa?
( ) Sim
( ) Não

Questões para a validação da ferramenta IntegraEC (Seção 3 de 3)

7. Esclarecimento dos passos da ferramenta.

	1	2	3	4	5	
Muito insatisfeito	( )	( )	( )	( )	( )	Muito satisfeito

8. A ferramenta permite acesso rápido às informações das práticas.

	1	2	3	4	5	
Muito insatisfeito	( )	( )	( )	( )	( )	Muito satisfeito

9. A empresa se sente confiante ao usar a ferramenta.

	1	2	3	4	5	
Muito insatisfeito	( )	( )	( )	( )	( )	Muito satisfeito

10. A ferramenta auxilia o processo de tomada de decisão.

	1	2	3	4	5	
Muito insatisfeito	( )	( )	( )	( )	( )	Muito satisfeito

11. Contribuição da ferramenta para adoção da Economia Circular.

	1	2	3	4	5	
Muito insatisfeito	( )	( )	( )	( )	( )	Muito satisfeito

12. Deseja acrescentar comentários ou sugestões para melhoria da ferramenta IntegraEC?

Apêndice D

Lista das práticas adotadas para a ferramenta IntegraEC

Tabela 9 - Práticas da IntegraEC

Cód.	Classificação	Nome	Descrição	Nível de maturidade	Ações	Etapa Produtiva	Princípio da EC	Ciclo da EC	Referência
ESRR01	Estratégia Sustentável (ES)	Reaproveitamento de resíduos	Reaproveitar resíduos de materiais compósitos em novas aplicações para reduzir os impactos negativos causados no meio ambiente.	1, 2, 3, 4 e 5	Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr005; Gr006; Gr009; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação)	1, 2 e 3	Técnico	ALSHAAER (2021); STENTON *et al.* (2021); PATTI *et al.* (2021); GRETHE (2021); SHIRVANIMOGHADDAM *et al.* (2020); KOHAN *et al*. (2019); PAL; GANDER (2018)
ESRB02	Estratégia Sustentável (ES)	Reciclagem biodegradável	Na reciclagem biológica ocorre a degradação por meio de microorganismos especiais e enzimas, podendo ser empregadas bactérias e fungos sob condições razoáveis.	4 e 5	Gr002; Gr007; Gr009; Gr010.	Gestão de Resíduos (recuperação)	1, 2 e 3	Biológico	HUSSAIN *et al.* (2021); ERDOGAN *et al.* (2019)
ESRP03	Estratégia Sustentável (ES)	Reciclagem primária	A reciclagem primária possibilita o processo de fabricação de um novo produto têxtil a partir de resíduos com propriedades desejadas e tratamento de resíduos têxteis de baixa qualidade e com impurezas.	1 e 2	Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr006; Gr009; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação)	1 e 2	Técnico	HUSSAIN *et al*. (2021); CĂRPUȘ *et al.*(2020)

ESRQ04	Estratégia Sustentável (ES)	Reciclagem química via hidrólise ácida	Reciclagem através de hidrólise ácida para despolimerização direta de resíduos têxteis à base de celulose para produção de solução de glicose a ser usada na produção de produtos químicos ou combustíveis.	4 e 5	Gr001; Gr002; Gr003; Gr006; Gr009; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação)	1 e 2	Técnico	SANCHIS-SEBASTIÁ *et al*. (2021)
ESRS05	Estratégia Sustentável (ES)	Reciclagem secundária	Na reciclagem secundária é realizada através do tratamento de materiais têxteis com composição e pureza desconhecidos.	1, 2, 3 e 4	Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr006; Gr009; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação)	1 e 2	Técnico	HUSSAIN *et al.* (2021); PIRIBAUER *et al.* (2020); KARELL; NIINIMÄKI (2019); RAMAMOORTHY *et al*. (2018); KOSZWESKA (2018)
ESRT06	Estratégia Sustentável (ES)	Reciclagem terciária	Na reciclagem terciária os processos para tratamento de resíduos têxteis possibilitam a produção de monômeros de poliuretano, PET, ácido polilático (PLA), policarbonato (Poly.C) e cera.	1, 2 e 3	Gr001; Gr009; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação)	1 e 2	Técnico	HUSSAIN *et al.* (2021)
ESQU07	Estratégia Sustentável (ES)	Reciclagem quaternária	Na reciclagem quaternária ocorre a incineração de resíduos têxteis pós-consumo altamente contaminados para produção de calor e energia.	1 e 2	Gr001; Gr006; Gr007; Gr009.	Gestão de Resíduos (recuperação)	1 e 3	Biológico	HUSSAIN *et al.* (2021); GIORDANO *et al.*(2020)
ESRC08	Estratégia Sustentável (ES)	Recuperação de lodo têxtil	Recuperar lodo têxtil para conversão de tijolos energicamente eficientes.	3 e 4	Gr001; Gr009; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação)	1	Técnico	BESHAH *et al*. (2021); SHARFMAN *et al.* (2001); SADROLODABAEE *et al.* (2021); RUBINO *et al.*(2021)
ESGR09	Estratégia Sustentável (ES)	Gestão de resíduos de embalagens têxteis	A gestão dos resíduos de embalagens permite que os materiais sejam reutilizados, valorizados e reciclados para minimizar o impacto negativo no meio ambiente.	1, 2, 3, 4 e 5	De002; De006; De009; De012; De013; Fi002; Fi005; Be005; Co003; Co004; Co008; Cn006; Gr001; Gr005; Gr006; Gr007; Gr008; Gr009; Gr011.	Design, Fiação, Beneficiamento/acabamento, Confecção, Consumo e Gestão de Resíduos (recuperação)	1, 2 e 3	Técnico e Biológico	CĂRPUȘ *et al*. (2020)

ESRM10	Estratégia Sustentável (ES)	Reconhecimento de monomateriais e materiais misturados com mais de um tipo de fibra	Análise do processo de separação, classificação e reciclagem de têxteis.	2, 3, 4 e 5	De001; De006; De008; Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr006; Gr009; Gr010; Gr011.	Design e Gestão de Resíduos (recuperação)	1 e 2	Técnico	CURA *et al*. (2021)
ESCR11	Estratégia Sustentável (ES)	Compartilhamento de roupas	O compartilhamento refere-se ao comportamento de disposição voluntária pelo detentor do item.	1, 2, 3, 4 e 5	Cn001; Cn004.	Consumo	2	Técnico	CAMACHO-OTERO *et al*. (2020)
ESCM12	Estratégia Sustentável (ES)	Construção de coleção de moda sustentável	Utilizar estratégias de sustentabilidade no desenvolvimento do design de moda e na escolha dos materiais para contribuir com o fechamento do ciclo através do oferecimento de produtos por assinatura.	4 e 5	De001; De002; De003; De004; De005; De006; De007; De008; De009; De010; De012; De013; Co001; Co002; Co003; Co004; Co005; Co006; Co008; Cn001; Cn003; Cn004; Cn005; Cn006.	Design, Confecção e Consumo	1 e 2	Técnico	RÆBILD (2021)
ESPL13	Estratégia Sustentável (ES)	Produção mais Limpa (P+L)	No programa de P+L são usadas medidas preventivas para reduzir e prevenir a geração de emissões e recursos, melhorar os ganhos econômicos e ambientais, uso eficiente de matérias-primas, água e energia, reciclagem, reaproveitamento de resíduos e os benefícios para a saúde ocupacional (Van Berkel, 2008).	1, 2, 3, 4 e 5	De001; De002; De003; De004; De005; De006; De007; De008; De009; De012; De013; Fi001; Fi002; Fi003; Fi004; Fi005; Fi006; Fi007; Fi008; Te001; Te002; Te003; Te004; Te005; Te006; Be001; Be003; Be004; Be005; Be006; Co001; Co002; Co003; Co004; Co005; Co006; Co007; Cn005; Cn006; Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr005; Gr006; Gr007; Gr008; Gr009; Gr010; Gr011.	Pode ser aplicada em todas as fases	1 e 2	Técnico	KUMAR *et al.* (2022); NETO *et al*. (2020); CETESB (2009)
MTEM01	Metodologia (MT)	Metodologia de Avaliação para Escolha do Indicador (EMCI)	A metodologia visa facilitar o processo de aprendizagem dos métodos de ACV e auxiliar a seleção de indicadores adequados para avaliar as categorias de impacto de uma determinada aplicação.	1 e 2	-	Pode ser aplicada em todas as fases	1, 2 e 3	Técnico e Biológico	REYES *et al*. (2020)

MTPA02	Metodologia (MT)	Metodologia de Preços Ambientais	A metodologia visa converter os impactos ambientais em valor marginal social e preços médios ambientais que pode ser aplicada para a avaliação das cargas ambientais. Avalia o dano final causado por cada ponto médio à saúde humana, serviços ecossistêmicos, materiais, disponibilidade de recursos e bem-estar.	4 e 5	De002; De004; De005; De006; De007; De008; De009; De011; De013; Fi001; Fi002; Fi003; Fi004; Fi005; Fi006; Fi007; Fi008; Fi009; Te001; Te002; Te003; Te004; Te005; Te006; Be001; Be003; Be004; Be005; Be006; Co001; Co002; Co003; Co004; Co005; Co006; Co007; Co008; Cn006; Gr001; Gr002; Gr003; Gr005; Gr009; Gr010; Gr011.	Fiação, Tecimento, Beneficiamento/acabamento e Confecção	1	Técnico e Biológico	CHU *et al.* (2021)
MTEC03	Metodologia (MT)	ECOTEX	Metodologia para desenvolver, projetar e implementar um protocolo de formação para qualificar colaboradores em técnicas sustentáveis e circulares.	1, 2, 3 e 4	De001; De007; De008; De012.	Design	1, 2 e 3	Técnico e Biológico	AVADANEI *et al.* (2020)
MTFM04	Metodologia (MT)	Método Modo e Efeito da Falha (FMEA)	A aplicação da FMEA serve para melhorar o nível de qualidade da produção em todas as fases do processo de produção para apoiar a produção de roupas de longa duração e eliminar a fabricação defeituosa. Bem como, identificar as falhas de impacto negativo nos processos produtivos para reduzir os fatores negativos e riscos, redução da quantidade de resíduos e extensão do ciclo de vida dos produtos.	1, 2 e 3	De001; De005; De006; De007; De008; De009; De010; De013; Fi001; Fi005; Fi007; Fi008; Fi009; Te005; Te006; Be003; Be005; Be006; Co002; Co003; Co004; Co005; Co008; Cn006; Gr001; Gr004; Gr006; Gr007; Gr009; Gr010; Gr011.	Design, Fiação, Tecimento, Beneficiamento/acabamento, e Confecção	1, 2 e 3	Biológico	ERDIL; TAÇGIN (2018)
MDNC01	Modelo (MD)	Modelo de Negócios Canvas	O modelo é estruturado para analisar e compreender as interfaces entre as diferentes partes de um negócio, incluindo o ambiente e a satisfação dos clientes através de propostas de valor.	1 e 2	De009; De010; De012; Be001; Co001; Cn001; Cn004; Cn006.	Pode ser aplicada em todas as fases	1 e 2	Técnico	BEH *et al.* (2016)

MDPS02	Modelo (MD)	Sistema Produto-Serviço (PSS)	O PSS cria valor para o cliente através do sistema de aluguel/assinatura do produto. Assim, o cliente deixa de ser o proprietário pessoal e passa a usufruir da durabilidade, flexibilidade e facilidade de uso. O sistema pode ser classificado em três tipos: PSS voltado ao produto, voltado ao uso e aos resultados.	3 e 4	De001; De002; De003; De004; De005; De006; De007; De008; De009; De010; De012; De013; Fi001; Fi002; Fi003; Fi004; Fi005; Fi006; Fi007; Fi008; Te001; Te002; Te003; Te004; Te005; Te006; Be001; Be002; B003; Be004; Be005; Be006; Co001; Co002; Co003; Co004; Co005; Co006; Co007; Co008; Cn001; Cn002; Cn003; Cn004; Cn005; Cn006; Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr005; Gr006; Gr007; Gr008; Gr009; Gr010; Gr011.	Consumo	1 e 2	Técnico	BORG *et al*. (2020); ADAM (2018); FISCHER; PASCUCCI (2017); JOHNSON; PLEPYS (2021)
MDMN03	Modelo (MD)	Modelos de negócios de reciclagem	O modelo de negócio de reciclagem visa manter o valor dos produtos e materiais para reduzir o uso de materiais virgens, considerando os ciclos técnicos e biológicos.	2, 3, 4 e 5	De001; De002; De003; De004; De005; De006; De008; De009; De010; De012; De013; Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr006; Gr009; Gr010; Gr011.	Design e Gestão de Resíduos (recuperação)	1, 2 e 3	Técnico e Biológico	MARTINA; OSKAM (2021)
IAGQ01	Instrumento de Avaliação (IA)	Norma ISO 9001 (Gestão da Qualidade)	A norma apresenta uma estrutura para a implementação de um sistema de gestão da qualidade que visa atender os requisitos de satisfação dos clientes em relação aos produtos e serviços. Sendo considerados os princípios para a gestão da qualidade: foco no cliente, liderança, engajamento das pessoas, abordagem de processo, melhoria, tomada de decisão baseada em evidência e gestão de relacionamento (ABNT, 2015).	1, 2, 3, 4 e 5	De006; De007; De008; De009; De010; De011; De012; De013; Fi001; Fi002; Fi003; Fi004; Fi005; Fi006; Fi007; Fi008; Te001; Te003; Te004; Te005; Te006; Be001; Be003;Be004; Be005; Be006; Co001; Co002; Co003; Co004; Co005; Co006; Co007; Co008; Cn001; Cn002; Cn003; Cn004; Cn005; Cn006; Gr001; Gr002; Gr003; Gr009; Gr010;Gr011.	Pode ser aplicada em todas as fases	1 e 2	Técnico e Biológico	ABNT (2015)

IAGA02	Instrumento de Avaliação (IA)	Norma ISO 14001 (Gestão Ambiental)	A norma apresenta uma estrutura para o desenvolvimento sustentável através da proteção do meio ambiente pela prevenção ou mitigação dos impactos ambientais adversos; mitigação de potenciais efeitos adversos das condições ambientais na organização; auxilia a organização no atendimento aos requisitos legais; controle ou influência no modo em que os produtos e serviços da organização são projetados, fabricados, distribuídos, consumidos e descartados, utilizando uma perspectiva de ciclo de vida que possa prevenir o deslocamento involuntário dos impactos ambientais dentro do ciclo de vida; alcance dos benefícios financeiros e operacionais que podem resultar na implementação das alternativas ambientais que reforçam a posição da organização no mercado; e comunicação de informações ambientais para as partes interessadas (ABNT, 2015).	4 e 5	De002; De003; De004; De005; De006; De007; De008; De009; De012; De013; Fi001; Fi002; Fi003; Fi004; Fi005; Fi006; Fi007; Fi008; Te001; Te002; Te003; Te004; Te005; Te006; Be001; Be002; Be003; Be004; Be005; Be006; Co001; Co002; Co003; Co004; Co005; Co006; Co007; Co008; Cn001; Cn002; Cn003; Cn004; Cn005; Cn006; Gr001; Gr002; Gr003; Gr005; Gr006; Gr009; GR010; Gr011.	Pode ser aplicada em todas as fases	1 e 3	Técnico	ZIMON (2020)

IACV03	Instrumento de Avaliação (IA)	Norma ISO 14040-44: Avaliação do Ciclo de Vida (ACV)	A ACV é uma técnica para avaliar potenciais impactos ambientais de um produto, seja o bem ou o serviço, ao longo de todo o ciclo de vida do produto.	1 e 2	De001; De002; De003; De004; De005; De006; De007; De008; De009; De010; De012; De013; Fi001; Fi002; Fi003; Fi004; Fi005; Fi006; Fi007; Fi008; Fi009; Te001; Te002; Te003; Te004; Te005; Te006; Be001; Be003; Be004; Be005; Be006; Co001; Co002; Co003; Co004; Co005; Co006; Co007; Co008; Cn005; Cn006; Gr001; Gr002; Gr003; Gr005; Gr007; Gr009; Gr010; Gr011.	Pode ser aplicada em todas as fases	1, 2 e 3	Técnico e biológico	IVANOVIĆ *et al*. (2021); LAITALA *et al.* (2018); LENZO *et al*. (2018); MOAZZEM *et al*. (2021); PAYET (2021); HAUSCHILD *et al.*(2018); WIEDEMANN *et al*. (2020); REYES *et al.*(2020); HENRY *et al.* (2019)
IARS04	Instrumento de Avaliação (IA)	Norma ISO 26000 (Responsabilidade Social)	A norma visa conciliar interesses da indústria e da sociedade para assegurar os direitos humanos e trabalhistas conjuntamente com a proteção ambiental sendo vista como uma ferramenta que auxilia no desempenho econômico em direção à criação de valor sustentável.	4 e 5	De001; De011; De012; Fi002; Co001; Cn005.	Pode ser aplicada em todas as fases	1 e 2	Técnico	ĐORĐEVIĆ *et al.* (2019); GARCIA-TORRES *et al.* (2017); TODESCHINI *et al*. (2020); DICUONZO *et al*. (2020)
IATO05	Instrumento de Avaliação (IA)	Padrão Global de Têxteis Orgânicos (GOTS)	A norma se apresenta como uma ferramenta flexível de garantia de qualidade para a cadeia de suprimentos para certificar ou rotular os produtos e/ou seus componentes. Além disso, estabelece requisitos sobre condições sociais e de trabalho que são equivalentes aos dos principais padrões de sustentabilidade social (GOTS, 2020).	1, 2, 3 e 4	De001; De002; De003; De004; De005; De006; De007; De008; De009; De011; De012; De013; Fi001; Fi002; Fi004; Fi005; Fi007; Fi008; Te002; Te005; Te006; Be002; Be003; Be005; Be006; Co001; Co004; Co005; Co008; Cn002; Cn005; Gr009; Gr010; Gr011.	Pode ser aplicada em todas as fases	1, 2 e 3	Técnico e Biológico	ZVER; VUKASOVIĆ (2021); RÆBILD (2021); LUJÁN-ORNELAS *et al*. (2020); WARASTHE *et al*. (2020); DICUONZO *et al.*(2020); SAYGILI *et al.* (2020); LAITALA *et al.* (2018); RÆBILD; BANG (2017); SHEN (2014); BRITO *et al*. (2008)

IABS06	Instrumento de Avaliação (IA)	Norma BSI 8001	A norma britânica apresenta um guia para que as organizações possam adotar práticas mais circulares e sustentáveis com base nos princípios da economia circular, assim como apresenta informações para o redesenho do modelo de negócios e proposta de valor.	1, 2 e 3	De001; De007; De008; De009; De010; De012; De013; Fi003; Fi005; Fi006; Fi007; Fi008; Te001; Te004; Te005; Te006; Be003; Be004; Be005; Co001; Co003; Co004; Co005; Co006; Co007; Co008; Cn006; Gr001; Gr002; Gr003; Gr005; Gr006; Gr007; Gr009; Gr010; Gr011.	Pode ser aplicada em todas as fases	1, 2 e 3	Técnico e Biológico	BSI (2017)
IAPQ07	Instrumento de Avaliação (IA)	Avaliação da Pegada Química	Ferramenta quantitativa para avaliar a potencial toxicidade humana e ecológica de produtos químicos e poluentes usados na produção.	1 e 2	De002; De004; De006; De013; Fi002; Fi004; Fi005; Fi008; Te005; Te006; Be001; Be002; Be003; Be005; Be006; Co003; Co005; Co008; Gr007; Gr009; Gr010; Gr011.	Pode ser aplicada em todas as fases	1 e 3	Técnico e biológico	QIAN *et al.* (2020)
IACVS08	Instrumento de Avaliação (IA)	Avaliação do Ciclo de Vida Social (ACV-S)	Avaliar e apresentar valores sociais de um produto produzido em uma determinada área territorial, envolvendo a responsabilidade da organização no ciclo de vida.	3 e 4	De001; De011; De012; Fi002; Co001; Cn005.	Pode ser aplicada em todas as fases	2	Técnico e biológico	LENZO *et al.* (2018)
IAPE09	Instrumento de Avaliação (IA)	Avaliação da Pegada Ecológica	Ferramenta quantitativa que permite realizar a avaliação relacionada ao consumo de energia e recursos nos processos de tingimento, estamparia e acabamento. Inclui também a identifcação de medidas de mitigação para aumentar a eficiência energética, promovendo ao mesmo tempo a redução de emissões de CO2 e a diminuição da Pegada Ecológica da indústria.	1, 2, 3, 4 e 5	Fi001; Fi003; Fi005; Fi006; Fi007; Fi008; Te001; Te003; Te004; Te005; Te006; Be001; Be003; Be004; Be005; Be006; Co002; Co003; Co005; Co006; Co007; Co008.	Fiação, Tecimento, Beneficiamento/acabamento e Confecção	1 e 3	Técnico e biológico	COSTA *et al.* (2019); LI *et al.* (2019); QIAN *et al.* (2020)
IAPH10	Instrumento de Avaliação (IA)	Avaliação da Pegada Hídrica	Ferramenta para avaliar o consumo total de água doce utilizada pela empresa em relação a qualidade da água existente antes do tratamento de águas residuais.	2, 3, 4 e 5	De013; Fi002; Fi004; Fi005; Fi006; Te002; Te003; Te004; Te005; Te006; Be004; Be005; Be006; Co006; Cn003; Cn005; Gr005.	Pode ser aplicada em todas as fases	1 e 3	Biológico	LI; WANG (2019)

IACS11	Instrumento de Avaliação (IA)	Ferramenta *Circulytics*	Ferramenta para medir o desempenho de economia circular das operações da empresa, auxilia para informar estratégias de desenvolvimento, destaca pontos fortes e áreas de melhoria e oferece a opção da adoção da transparência para os *stakeholders.*	2, 3, 4 e 5	De001; De002; De003; De004; De005; De006; De007; De008; De009; De010; De011; De012; De013; Fi001; Fi002; Fi003; Fi004; Fi005; Fi006; Fi007; Fi008; Fi009; Te001; Te002; Te003; Te004; Te005; Te006; Be001; Be002; B003; Be004; Be005; Be006; Co001; Co002; Co003; Co004; Co005; Co006; Co007; Co008; Cn001; Cn002; Cn003; Cn004; Cn005; Cn006; Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr005; Gr006; Gr007; Gr008; Gr009; Gr010; Gr011.	Pode ser aplicada em todas as fases	1, 2 e 3	Técnico e Biológico	EMF (2020)

Apêndice E

Classificação dos indicadores da ferramenta

Tabela 10 - Indicadores da IntegraEC

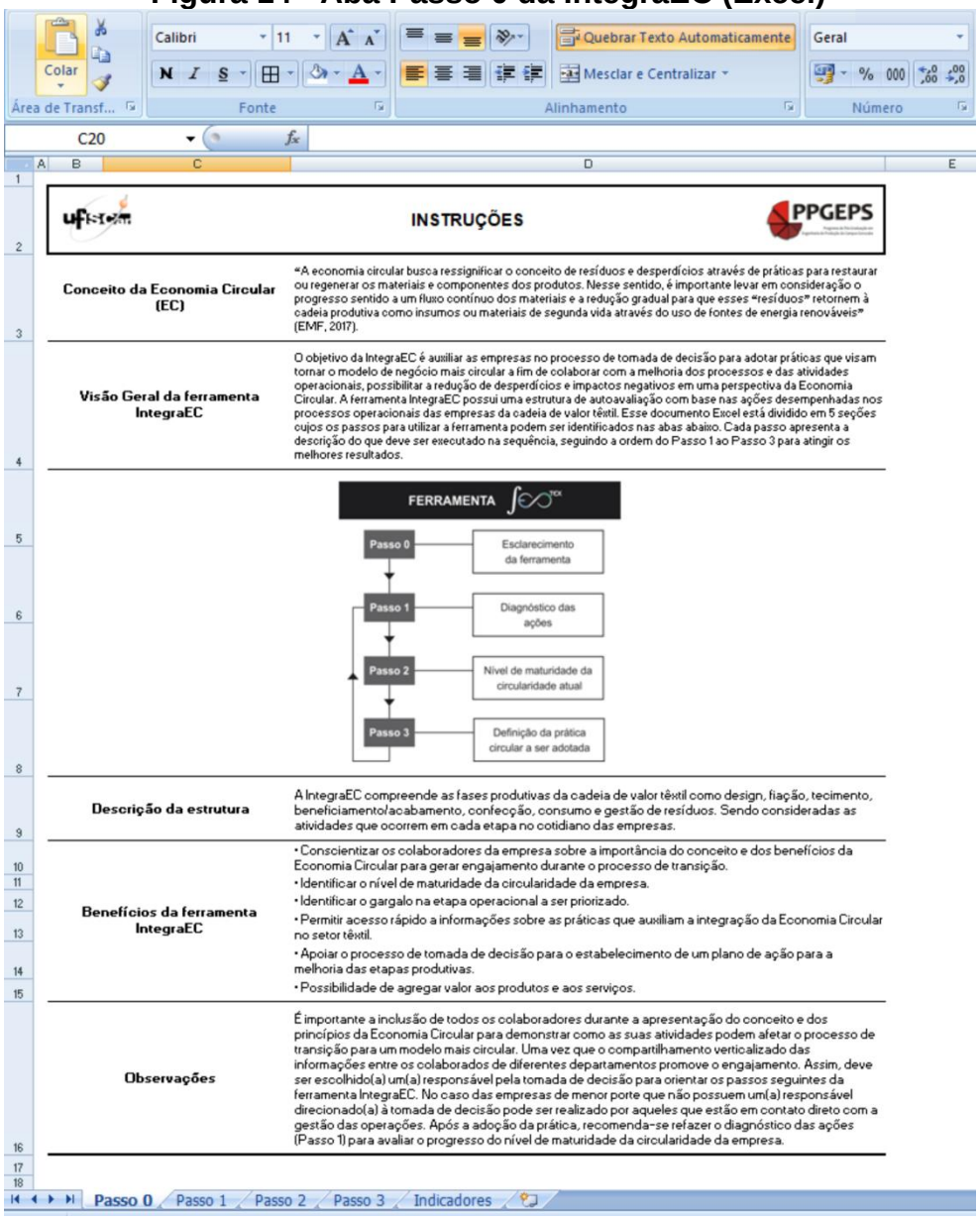
Indicador(es)	Descrição	Unidade de medida	Nível de implementação (Micro, meso ou macro)	Abordagem (Quantitativa ou qualitativa)	Práticas que se relacionam	Referência
Impacto do consumo de água	Avalia a retirada de águas superficiais, subterrâneas e pluviais para o consumo de água retirada que não seja devolvida à mesma bacia.	m³	Micro	Quantitativa	IAPH10	CHEN *et al.* (2021)
Valor Econômico Circular (CEV)	Calcula a circularidade a nível de sistema com o objetivo de fechar o ciclo de vida do produto.	%	Micro, meso e macro	Quantitativa	MTEC03; IACS11	FOGARASSY *et al.* (2019)
Ferramenta de Avaliação de Circularidade (CAT)	Avalia a criação de valor em relação aos princípios da EC, os riscos ao longo do prazo, identificação de novas oportunidades e colaborações entre as organizações.	-	Micro, meso e macro	Quantitativa	MTEC03; MDNC01; IACS11	SAIDANI *et al.* (2019)
Pegada Ambiental do Produto	É uma medida multicritério de desempenho ambiental que quantifica a carga ambiental integrada de produtos ou serviços ao incorporar diferentes tipos de categorias de impacto ambiental.	-	Micro	Quantitativa	MTPA02	CHU *et al.* (2021)
Pegada ecológica	Avalia a demanda humana por áreas de terra e água, compara o consumo humano de recursos e absorção de resíduos com a capacidade ecológica da Terra de se regenerar.	gha (hectare global)	Micro, meso e macro	Quantitativa	IAPE09	COSTA *et al.* (2019)
Pegada hídrica azul	Calcula o consumo dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos.	Mt de poluente/ano	Micro	Quantitativa	IAPH10	LI; WANG (2019)
Pegada hídrica cinza	Calcula a quantidade total de água doce necessária para a absorção e assimilação de poluentes pela concentração de fundo natural e ambiente de qualidade da água existente antes do tratamento de águas residuais.	Mt de poluente/ano	Micro	Quantitativa	IAPH10	LI; WANG (2019)

Material Circularity Indicator (MCI)	Identifica o valor circular dos produtos e materiais através do fluxo de materiais para mitigar os riscos da volatilidade dos preços dos materiais e oferta de produtos.	Mj	Micro	Quantitativa	ESRR01; ESGR09; MTFM04	EMF; GRANTA DESIGN (2019)
Índice de Economia Circular (CEI)	Calcula a taxa de reciclagem pelo valor do material reciclado.	-	Micro, meso e macro	Quantitativa	ESRB02; ESRP03; ESRQ04; ESRS05; ESRT06; ESQU07	DI MAIO; REM (2015)
Indicador de Potencial de Reutilização (RPI)	Calcula o potencial de reutilização técnica do material, especificando a semelhança entre um recurso ou um resíduo.	%	Micro	Quantitativa	ESRR01; ESRP03; ESRS05;	PARK; CHERTOW (2014)

Apêndice F

A seguir são apresentados os passos da ferramenta IntegraEC conforme desenvolvido no programa Excel.

Figura 14 - Aba Passo 0 da IntegraEC (Excel)

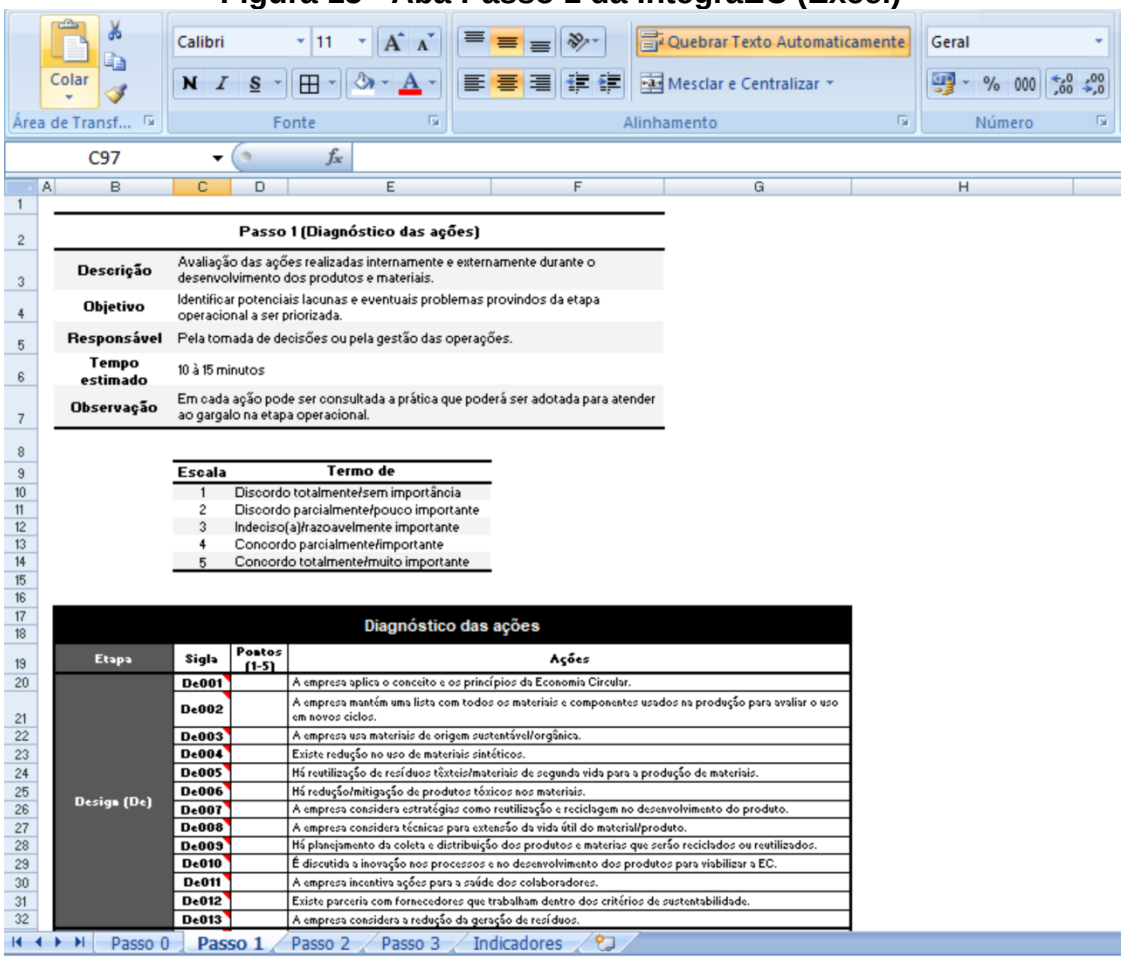


INSTRUÇÕES

Conceito da Economia Circular (EC)	"A economia circular busca ressignificar o conceito de resíduos e desperdícios através de práticas para restaurar ou regenerar os materiais e componentes dos produtos. Nesse sentido, é importante levar em consideração o progresso sentido a um fluxo contínuo dos materiais e a redução gradual para que esses "resíduos" retornem à cadeia produtiva como insumos ou materiais de segunda vida através do uso de fontes de energia renováveis" (EMF, 2017).
Visão Geral da ferramenta IntegraEC	O objetivo da IntegraEC é auxiliar as empresas no processo de tomada de decisão para adotar práticas que visam tornar o modelo de negócio mais circular a fim de colaborar com a melhoria dos processos e das atividades operacionais, possibilitar a redução de desperdícios e impactos negativos em uma perspectiva da Economia Circular. A ferramenta IntegraEC possui uma estrutura de autoavaliação com base nas ações desempenhadas nos processos operacionais das empresas da cadeia de valor têxtil. Esse documento Excel está dividido em 5 seções cujos os passos para utilizar a ferramenta podem ser identificados nas abas abaixo. Cada passo apresenta a descrição do que deve ser executado na sequência, seguindo a ordem do Passo 1 ao Passo 3 para atingir os melhores resultados.
Descrição da estrutura	A IntegraEC compreende as fases produtivas da cadeia de valor têxtil como design, fiação, tecimento, beneficiamento/acabamento, confecção, consumo e gestão de resíduos. Sendo consideradas as atividades que ocorrem em cada etapa no cotidiano das empresas.
Benefícios da ferramenta IntegraEC	• Conscientizar os colaboradores da empresa sobre a importância do conceito e dos benefícios da Economia Circular para gerar engajamento durante o processo de transição. • Identificar o nível de maturidade da circularidade da empresa. • Identificar o gargalo na etapa operacional a ser priorizado. • Permitir acesso rápido a informações sobre as práticas que auxiliam a integração da Economia Circular no setor têxtil. • Apoiar o processo de tomada de decisão para o estabelecimento de um plano de ação para a melhoria das etapas produtivas. • Possibilidade de agregar valor aos produtos e aos serviços.
Observações	É importante a inclusão de todos os colaboradores durante a apresentação do conceito e dos princípios da Economia Circular para demonstrar como as suas atividades podem afetar o processo de transição para um modelo mais circular. Uma vez que o compartilhamento verticalizado das informações entre os colaborados de diferentes departamentos promove o engajamento. Assim, deve ser escolhido(a) um(a) responsável pela tomada de decisão para orientar os passos seguintes da ferramenta IntegraEC. No caso das empresas de menor porte que não possuem um(a) responsável direcionado(a) à tomada de decisão pode ser realizado por aqueles que estão em contato direto com a gestão das operações. Após a adoção da prática, recomenda-se refazer o diagnóstico das ações (Passo 1) para avaliar o progresso do nível de maturidade da circularidade da empresa.

Fonte: A autora (2025).

Figura 15 - Aba Passo 1 da IntegraEC (Excel)



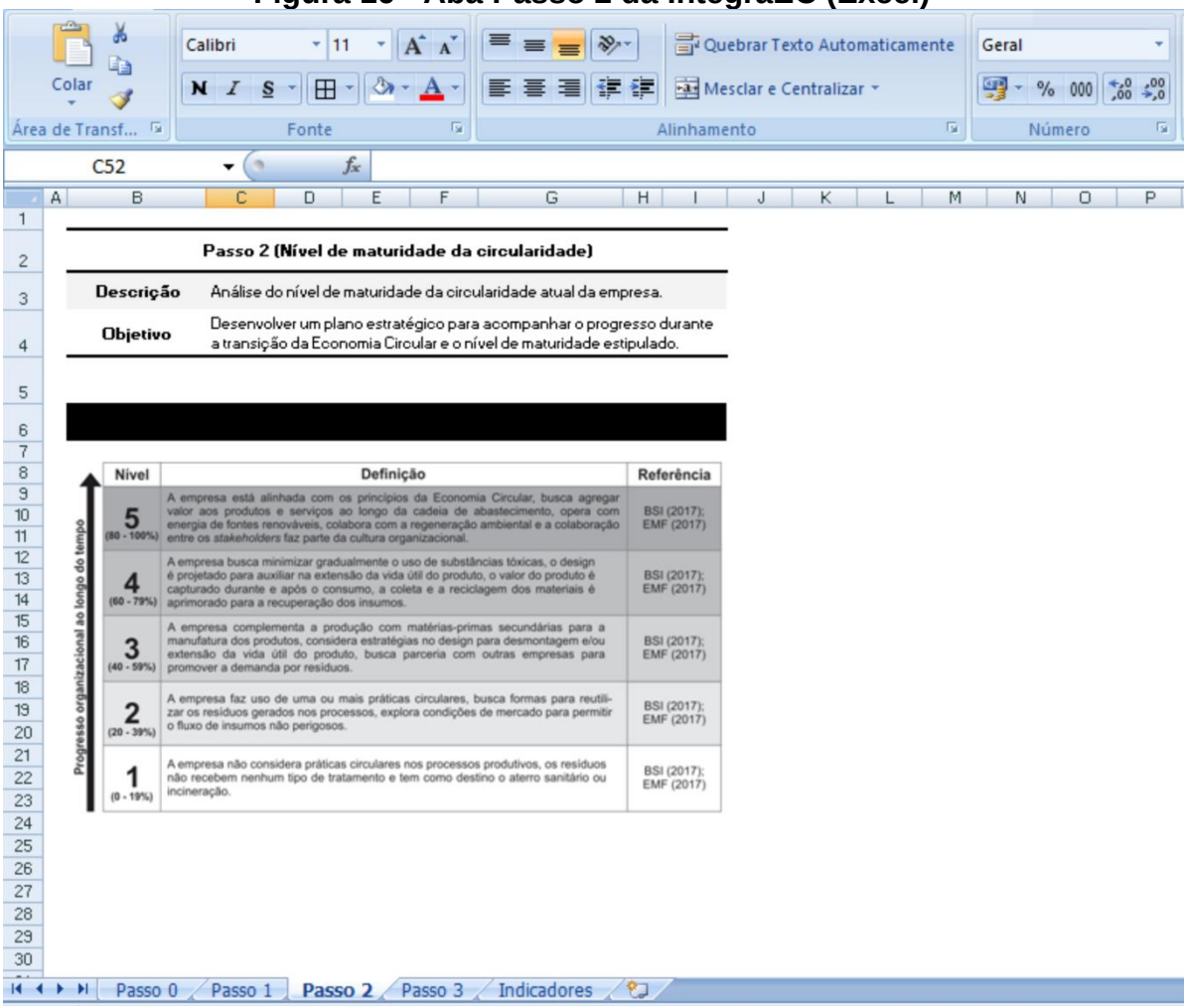
Passo 1 (Diagnóstico das ações)	
Descrição	Avaliação das ações realizadas internamente e externamente durante o desenvolvimento dos produtos e materiais.
Objetivo	Identificar potenciais lacunas e eventuais problemas provindos da etapa operacional a ser priorizada.
Responsável	Pela tomada de decisões ou pela gestão das operações.
Tempo estimado	10 à 15 minutos
Observação	Em cada ação pode ser consultada a prática que poderá ser adotada para atender ao gargalo na etapa operacional.

Escala	Termo de
1	Discordo totalmente/sem importância
2	Discordo parcialmente/pouco importante
3	Indeciso(a)/razoavelmente importante
4	Concordo parcialmente/importante
5	Concordo totalmente/muito importante

Diagnóstico das ações			
Etapa	**Sigla**	**Pontos (1-5)**	**Ações**
Design (De)	De001		A empresa aplica o conceito e os princípios da Economia Circular.
	De002		A empresa mantém uma lista com todos os materiais e componentes usados na produção para avaliar o uso em novos ciclos.
	De003		A empresa usa materiais de origem sustentável/orgânica.
	De004		Existe redução no uso de materiais sintéticos.
	De005		Há reutilização de resíduos têxteis/materiais de segunda vida para a produção de materiais.
	De006		Há redução/mitigação de produtos tóxicos nos materiais.
	De007		A empresa considera estratégias como reutilização e reciclagem no desenvolvimento do produto.
	De008		A empresa considera técnicas para extensão da vida útil do material/produto.
	De009		Há planejamento da coleta e distribuição dos produtos e materias que serão reciclados ou reutilizados.
	De010		É discutida a inovação nos processos e no desenvolvimento dos produtos para viabilizar a EC.
	De011		A empresa incentiva ações para a saúde dos colaboradores.
	De012		Existe parceria com fornecedores que trabalham dentro dos critérios de sustentabilidade.
	De013		A empresa considera a redução da geração de resíduos.

Fonte: A autora (2025).

Figura 16 - Aba Passo 2 da IntegraEC (Excel)



Passo 2 (Nível de maturidade da circularidade)	
Descrição	Análise do nível de maturidade da circularidade atual da empresa.
Objetivo	Desenvolver um plano estratégico para acompanhar o progresso durante a transição da Economia Circular e o nível de maturidade estipulado.

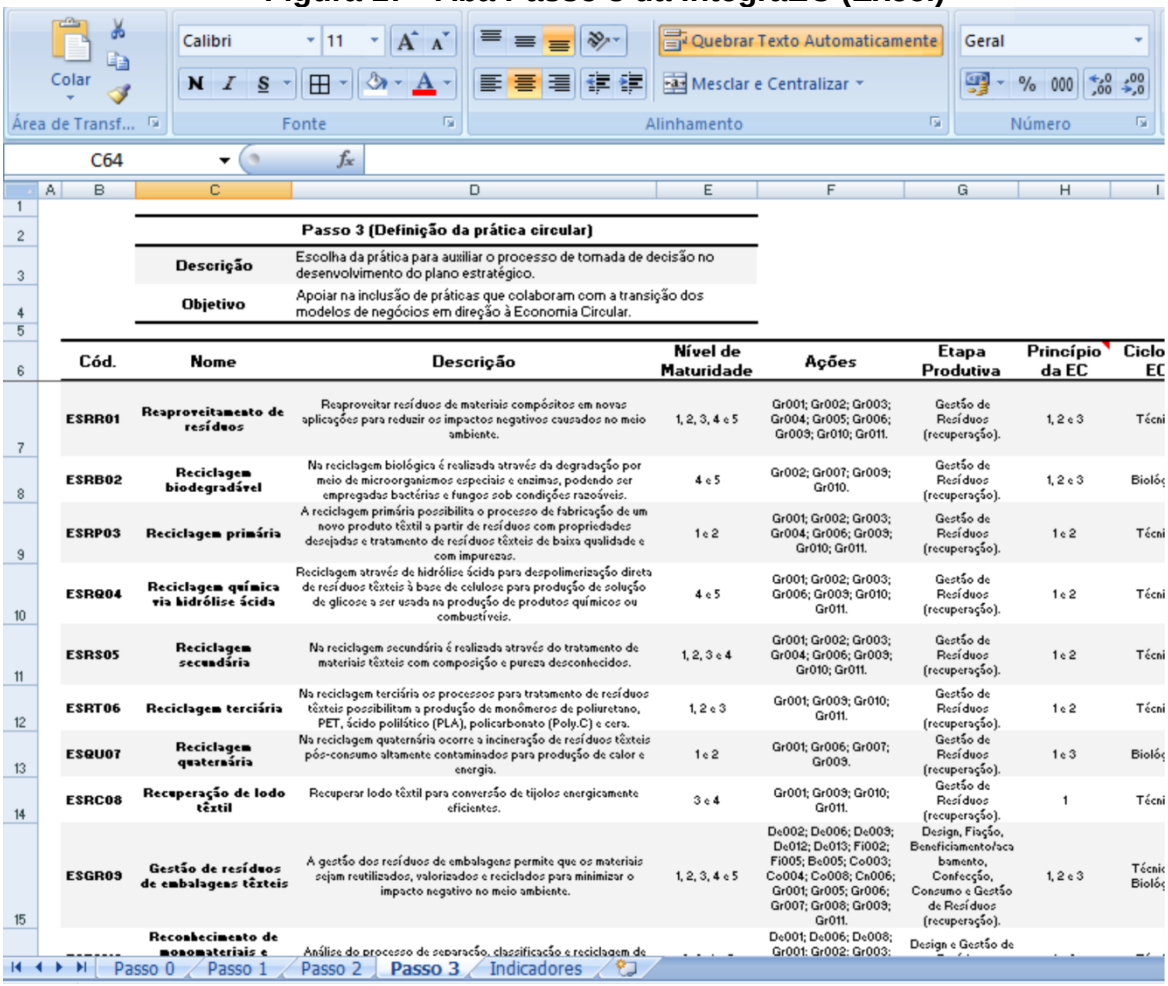
[redacted]

Progresso organizacional ao longo do tempo

Nível	Definição	Referência
5 (80 - 100%)	A empresa está alinhada com os princípios da Economia Circular, busca agregar valor aos produtos e serviços ao longo da cadeia de abastecimento, opera com energia de fontes renováveis, colabora com a regeneração ambiental e a colaboração entre os *stakeholders* faz parte da cultura organizacional.	BSI (2017); EMF (2017)
4 (60 - 79%)	A empresa busca minimizar gradualmente o uso de substâncias tóxicas, o design é projetado para auxiliar na extensão da vida útil do produto, o valor do produto é capturado durante e após o consumo, a coleta e a reciclagem dos materiais é aprimorado para a recuperação dos insumos.	BSI (2017); EMF (2017)
3 (40 - 59%)	A empresa complementa a produção com matérias-primas secundárias para a manufatura dos produtos, considera estratégias no design para desmontagem e/ou extensão da vida útil do produto, busca parceria com outras empresas para promover a demanda por resíduos.	BSI (2017); EMF (2017)
2 (20 - 39%)	A empresa faz uso de uma ou mais práticas circulares, busca formas para reutilizar os resíduos gerados nos processos, explora condições de mercado para permitir o fluxo de insumos não perigosos.	BSI (2017); EMF (2017)
1 (0 - 19%)	A empresa não considera práticas circulares nos processos produtivos, os resíduos não recebem nenhum tipo de tratamento e tem como destino o aterro sanitário ou incineração.	BSI (2017); EMF (2017)

Fonte: A autora (2025).

Figura 17 - Aba Passo 3 da IntegraEC (Excel)

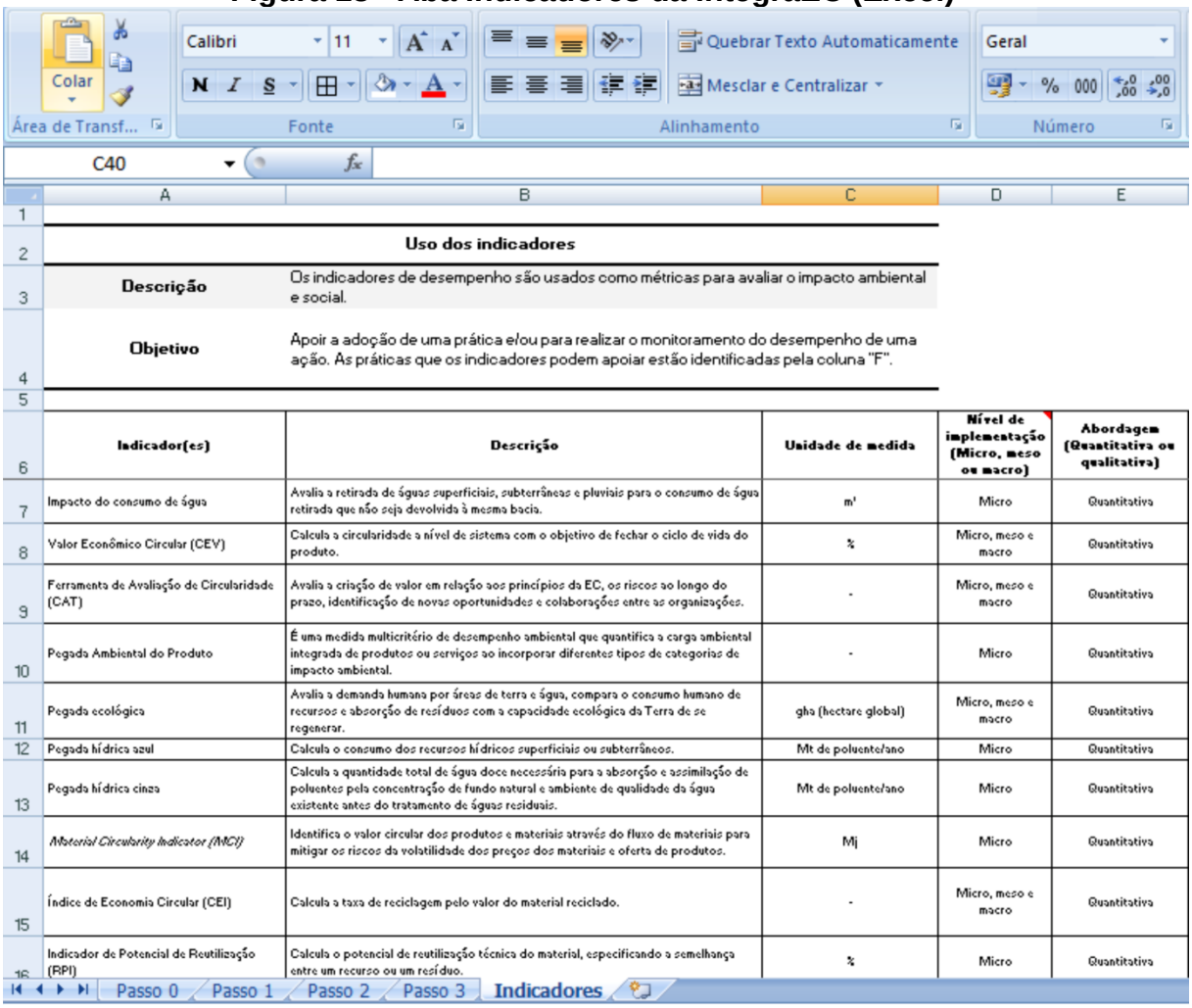


Passo 3 (Definição da prática circular)	
Descrição	Escolha da prática para auxiliar o processo de tomada de decisão no desenvolvimento do plano estratégico.
Objetivo	Apoiar na inclusão de práticas que colaboram com a transição dos modelos de negócios em direção à Economia Circular.

Cód.	Nome	Descrição	Nível de Maturidade	Ações	Etapa Produtiva	Princípio da EC	Ciclo EC
ESRR01	Reaproveitamento de resíduos	Reaproveitar resíduos de materiais compósitos em novas aplicações para reduzir os impactos negativos causados no meio ambiente.	1, 2, 3, 4 e 5	Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr005; Gr006; Gr003; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação).	1, 2 e 3	Técni
ESRB02	Reciclagem biodegradável	Na reciclagem biológica é realizada através da degradação por meio de microorganismos especiais e enzimas, podendo ser empregadas bactérias e fungos sob condições razoáveis.	4 e 5	Gr002; Gr007; Gr003; Gr010.	Gestão de Resíduos (recuperação).	1, 2 e 3	Biológ
ESRP03	Reciclagem primária	A reciclagem primária possibilita o processo de fabricação de um novo produto têxtil a partir de resíduos com propriedades desejadas e tratamento de resíduos têxteis de baixa qualidade e com impurezas.	1 e 2	Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr006; Gr003; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação).	1 e 2	Técni
ESRQ04	Reciclagem química via hidrólise ácida	Reciclagem através de hidrólise ácida para despolimerização direta de resíduos têxteis à base de celulose para produção de solução de glicose a ser usada na produção de produtos químicos ou combustíveis.	4 e 5	Gr001; Gr002; Gr003; Gr006; Gr003; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação).	1 e 2	Técni
ESRS05	Reciclagem secundária	Na reciclagem secundária é realizada através do tratamento de materiais têxteis com composição e pureza desconhecidos.	1, 2, 3 e 4	Gr001; Gr002; Gr003; Gr004; Gr006; Gr003; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação).	1 e 2	Técni
ESRT06	Reciclagem terciária	Na reciclagem terciária os processos para tratamento de resíduos têxteis possibilitam a produção de monômeros de poliuretano, PET, ácido polilístico (PLA), policarbonato (Poly.C) e cera.	1, 2 e 3	Gr001; Gr003; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação).	1 e 2	Técni
ESQU07	Reciclagem quaternária	Na reciclagem quaternária ocorre a incineração de resíduos têxteis pós-consumo altamente contaminados para produção de calor e energia.	1 e 2	Gr001; Gr006; Gr007; Gr003.	Gestão de Resíduos (recuperação).	1 e 3	Biológ
ESRC08	Recuperação de lodo têxtil	Recuperar lodo têxtil para conversão de tijolos energicamente eficientes.	3 e 4	Gr001; Gr003; Gr010; Gr011.	Gestão de Resíduos (recuperação).	1	Técni
ESGR09	Gestão de resíduos de embalagens têxteis	A gestão dos resíduos de embalagens permite que os materiais sejam reutilizados, valorizados e reciclados para minimizar o impacto negativo no meio ambiente.	1, 2, 3, 4 e 5	De002; De006; De009; De012; De013; Fi002; Fi005; Be005; Co003; Co004; Co008; Cn006; Gr001; Gr005; Gr006; Gr007; Gr008; Gr003; Gr011.	Design, Fiação, Beneficiamento/acabamento, Confecção, Consumo e Gestão de Resíduos (recuperação).	1, 2 e 3	Técnic Biológ
[illegible]	Reconhecimento de monomateriais e	Análise do processo de separação, classificação e reciclagem de	[illegible]	De001; De006; De008; Gr001; Gr002; Gr003;	Design e Gestão de	[illegible]	[illegible]

Fonte: A autora (2025).

Figura 18 - Aba Indicadores da IntegraEC (Excel)



Uso dos indicadores		
Descrição	Os indicadores de desempenho são usados como métricas para avaliar o impacto ambiental e social.	
Objetivo	Apoir a adoção de uma prática e/ou para realizar o monitoramento do desempenho de uma ação. As práticas que os indicadores podem apoiar estão identificadas pela coluna "F".	

Indicador(es)	Descrição	Unidade de medida	Nível de implementação (Micro, meso ou macro)	Abordagem (Quantitativa ou qualitativa)
Impacto do consumo de água	Avalia a retirada de águas superficiais, subterrâneas e pluviais para o consumo de água retirada que não seja devolvida à mesma bacia.	m³	Micro	Quantitativa
Valor Econômico Circular (CEV)	Calcula a circularidade a nível de sistema com o objetivo de fechar o ciclo de vida do produto.	%	Micro, meso e macro	Quantitativa
Ferramenta de Avaliação de Circularidade (CAT)	Avalia a criação de valor em relação aos princípios da EC, os riscos ao longo do prazo, identificação de novas oportunidades e colaborações entre as organizações.	-	Micro, meso e macro	Quantitativa
Pegada Ambiental do Produto	É uma medida multicritério de desempenho ambiental que quantifica a carga ambiental integrada de produtos ou serviços ao incorporar diferentes tipos de categorias de impacto ambiental.	-	Micro	Quantitativa
Pegada ecológica	Avalia a demanda humana por áreas de terra e água, compara o consumo humano de recursos e absorção de resíduos com a capacidade ecológica da Terra de se regenerar.	gha (hectare global)	Micro, meso e macro	Quantitativa
Pegada hídrica azul	Calcula o consumo dos recursos hídricos superficiais ou subterrâneos.	Mt de poluente/ano	Micro	Quantitativa
Pegada hídrica cinza	Calcula a quantidade total de água doce necessária para a absorção e assimilação de poluentes pela concentração de fundo natural e ambiente de qualidade da água existente antes do tratamento de águas residuais.	Mt de poluente/ano	Micro	Quantitativa
Material Circularity Indicator (MCI)	Identifica o valor circular dos produtos e materiais através do fluxo de materiais para mitigar os riscos da volatilidade dos preços dos materiais e oferta de produtos.	Mj	Micro	Quantitativa
Índice de Economia Circular (CEI)	Calcula a taxa de reciclagem pelo valor do material reciclado.	-	Micro, meso e macro	Quantitativa
Indicador de Potencial de Reutilização (RPI)	Calcula o potencial de reutilização técnica do material, especificando a semelhança entre um recurso ou um resíduo.	%	Micro	Quantitativa

Fonte: A autora (2025).